การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์

ของ

ศิริรัตน์ โพธิวัฒน์

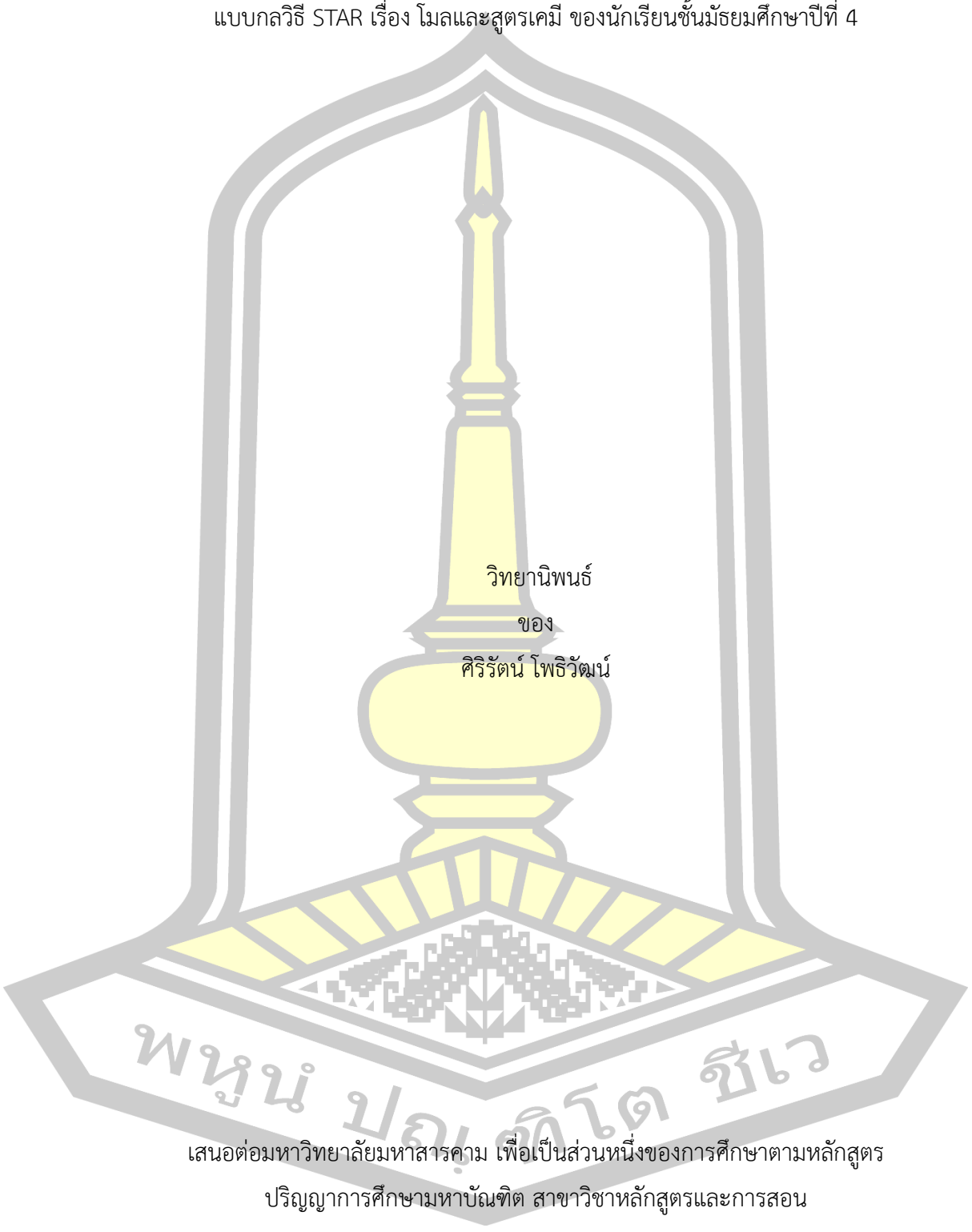
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์

ของ

ศิริรัตน์ โพธิวัฒน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

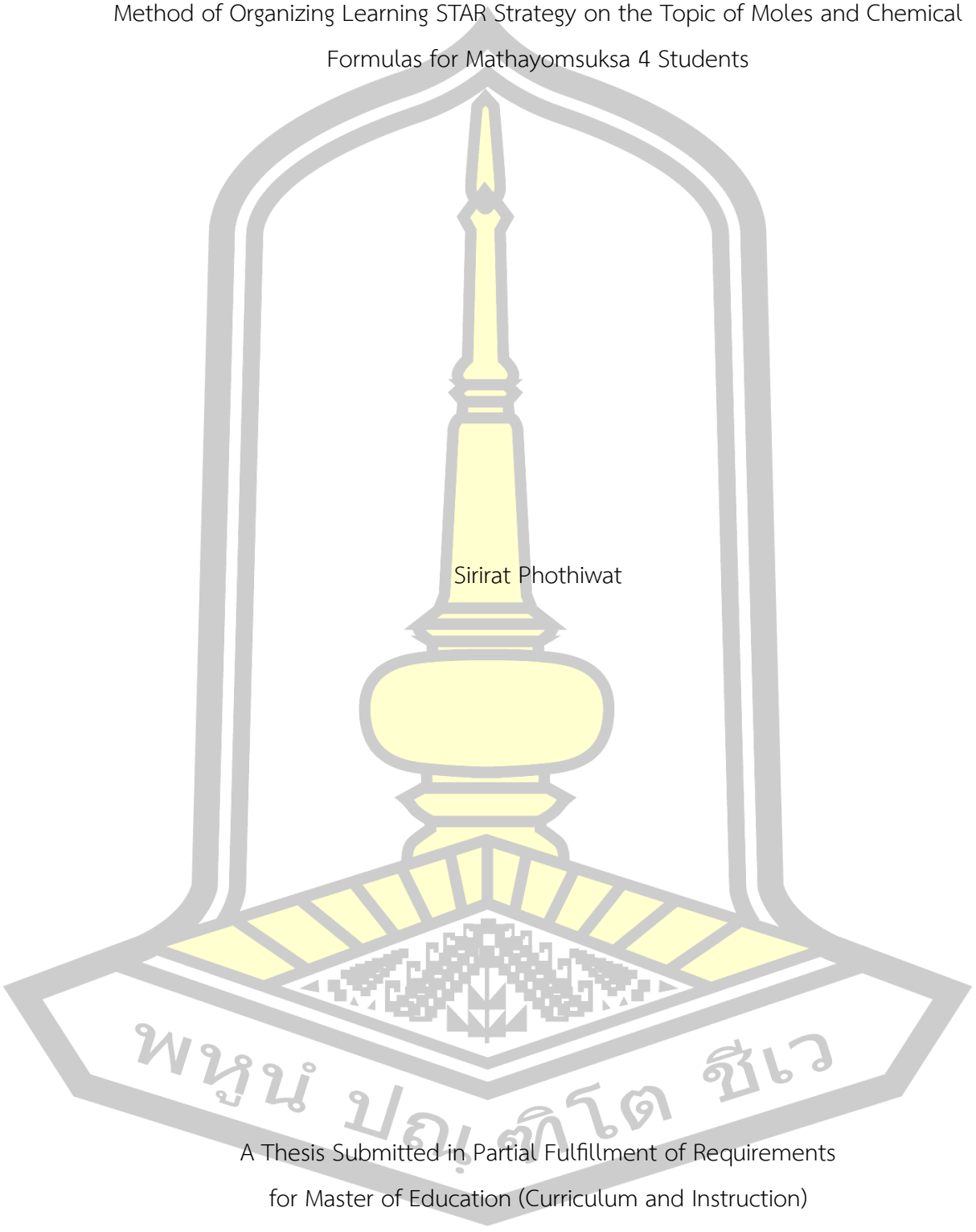
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Learning Achievement and Science Process Skills with the Method of Organizing Learning STAR Strategy on the Topic of Moles and Chemical Formulas for Mathayomsuksa 4 Students

Sirirat Phothiwat



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Curriculum and Instruction)

May 2025

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. วราพร เอราวรรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. อพันตรี พูลพุทธา)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. รัฐสาน์ เลาหสุรโยธิน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. ศานิตย์ ศรีคุณ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เชาวรัตน์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีวโร

ชื่อเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย ศิริรัตน์ โพธิวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อพันตรี พูลพุทธา

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** หลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 40 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) จำนวน 30 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) จำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วย t-test แบบ Dependent sample

ผลการวิจัยพบว่า

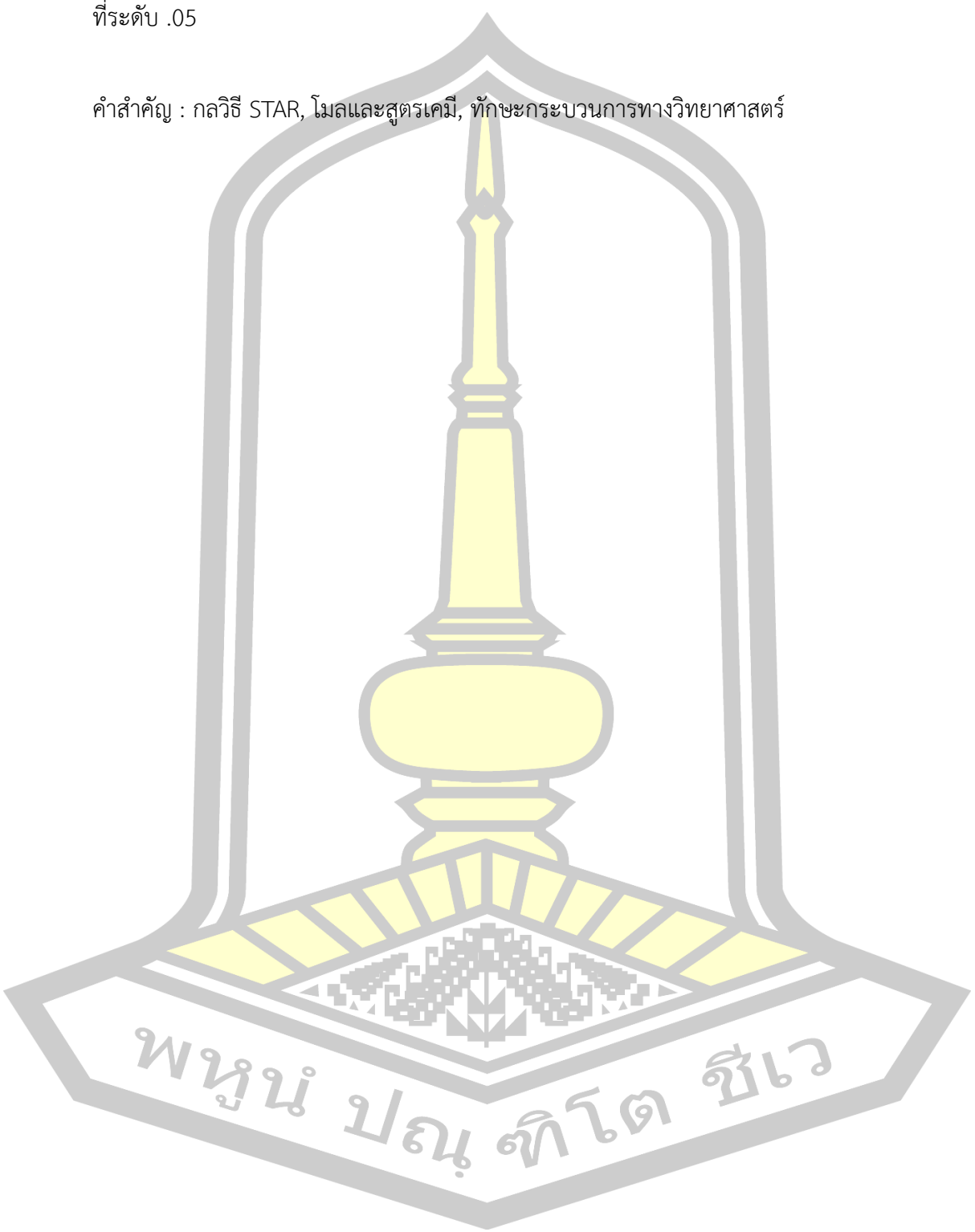
1) การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 73.11/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้การ

จัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กลวิธี STAR, โมลและสูตรเคมี, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



TITLE The Development of Learning Achievement and Science Process Skills with the Method of Organizing Learning STAR Strategy on the Topic of Moles and Chemical Formulas for Mathayomsuksa 4 Students

AUTHOR Sirirat Phothiwat

ADVISORS Associate Professor Apantee Poonputta , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Curriculum and Instruction

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2025

ABSTRACT

The objectives of this research were: (1) develop an effective learning management approach using the STAR strategy on the topic of "Moles and Chemical Formulas" for Grade 10 students, following the 70/70 efficiency criterion; (2) compare the students' academic achievement before and after learning through the STAR strategy; and (3) compare the students' science process skills before and after learning through the STAR strategy. The sample group consisted of 40 students from Grade 10 in the second semester of the 2024 academic year at Sarakham Pittayakhom School, under the Maha Sarakham Secondary Educational Service Area Office, selected through cluster random sampling. The research instruments included: (1) 10 lesson plans based on the STAR strategy, totaling 15 instructional hours; (2) a 30-item multiple-choice achievement test and (3) a 20-item multiple-choice test measuring science process skills. Data were analyzed using percentage, mean, and standard deviation, with hypothesis testing conducted using a dependent sample t-test.

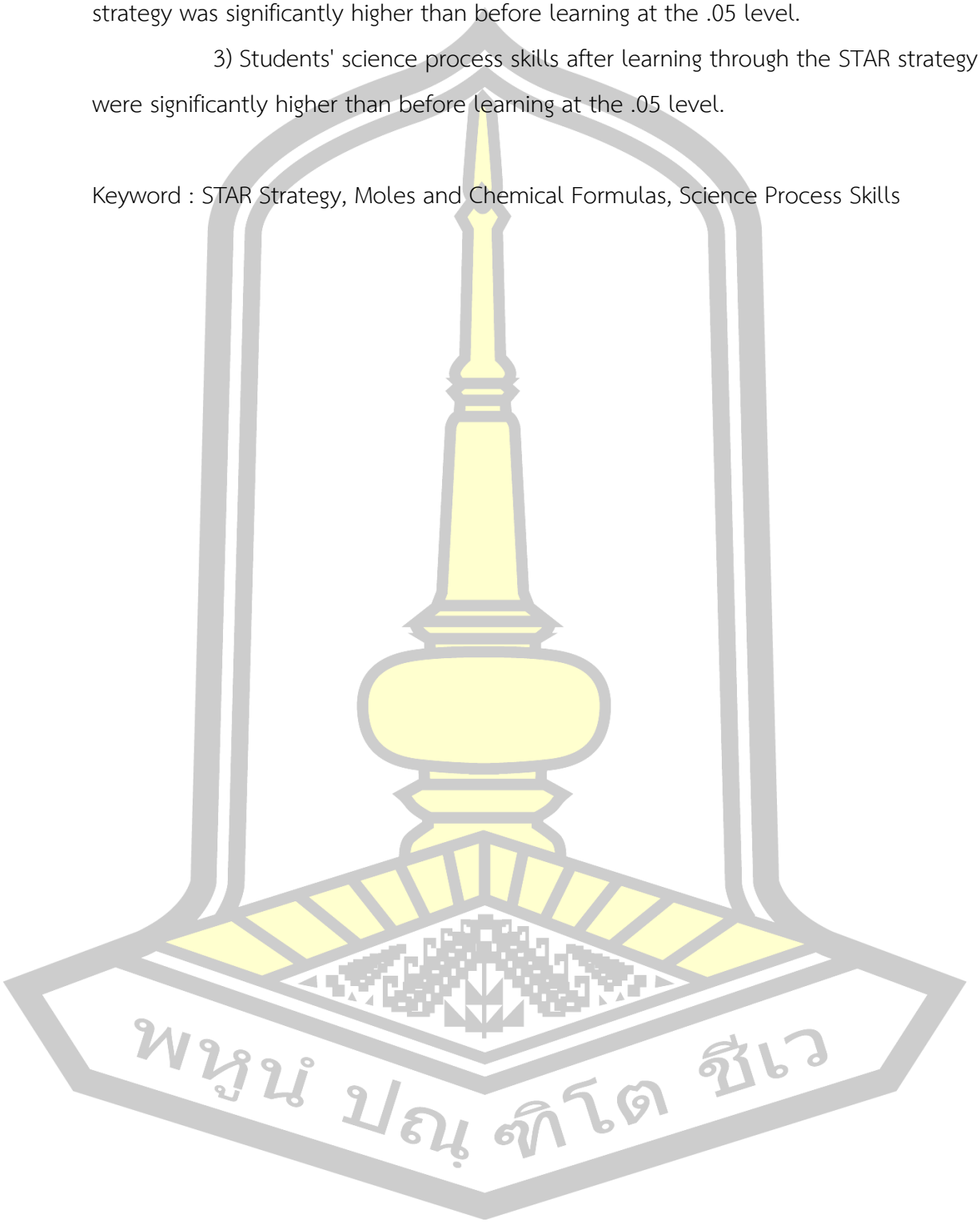
The research findings revealed that:

1) The STAR strategy for learning management on "Moles and Chemical Formulas" demonstrated an efficiency of 73.11/71.79, which meets the specified criteria.

2) Students' academic achievement after learning through the STAR strategy was significantly higher than before learning at the .05 level.

3) Students' science process skills after learning through the STAR strategy were significantly higher than before learning at the .05 level.

Keyword : STAR Strategy, Moles and Chemical Formulas, Science Process Skills



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตากรุณาและได้รับความช่วยเหลือแนะนำความรู้ตลอดการทำวิทยานิพนธ์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.อพันตรี พูลพุทธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรณ์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐสาน์ เลาหสุรโยธิน กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศานิตย์ ศรีคุณ กรรมการสอบ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำ ชี้แนะ ตรวจสอบข้อแก้ไขความบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม นางขจรศรี กันทรมงคล ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจสำคัญในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ของการวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ผู้วิจัยมีความรู้และประสบการณ์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพต่อไป

ศิริรัตน์ โพธิวัฒน์

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 6

สมมติฐานของการวิจัย 6

ความสำคัญของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

สาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 10

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 22

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 31

กลวิธี STAR 53

การประยุกต์ใช้กลวิธี STAR ในการสอนของประเทศไทย 64

แผนการจัดการเรียนรู้ 67

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 78
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 82
กรอบแนวคิดวิจัย 89
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 90
แบบแผนการวิจัย 90
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 91
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 91
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 92
การเก็บรวบรวมข้อมูล 108
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 109
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 110
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 115
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 115
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 115
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 116
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 121
ความมุ่งหมายของการวิจัย 121
สมมติฐานการวิจัย 121
สรุปผล 121
อภิปรายผล 122
ข้อเสนอแนะ 125
บรรณานุกรม 127
บรรณานุกรม 127
ภาคผนวก 134

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 135
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 137
ภาคผนวก ค คะแนนดิบจากการทดสอบก่อน/หลัง และคะแนนระหว่างเรียน 179
ภาคผนวก ง การหาคุณภาพเครื่องมือ 189
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ 239
ภาคผนวก ฉ ภาพผลงานนักเรียน 261
ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์/ใบจริยธรรม 294
ประวัติผู้เขียน 303

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี 17

ตาราง 2 การสังเคราะห์ซึ่งการได้มาของกลวิธี STAR 59

ตาราง 3 บทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR 62

ตาราง 4 แบบแผนการวิจัย The Single Group,Pretest - Posttest Design 90

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 93

ตาราง 6 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ 99

ตาราง 7 โครงสร้างของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนข้อสอบ 107

ตาราง 8 สัดส่วนของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี 116

ตาราง 9 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 119

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี โดยใช้สถิติ Dependent sample t-test 119

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี โดยใช้สถิติ Dependent sample t-test 120

ตาราง 12 คะแนนดิบจากการทดสอบก่อน/หลังของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 180

ตาราง 13 คะแนนดิบจากการทดสอบก่อน/หลังของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 182

ตาราง 14 คะแนนดิบระหว่างเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR 184

ตาราง 15 ผลเฉลี่ยของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 240

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ 242
ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์ 245
ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยวิธี Lovett 252
ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 254
ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม 256
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (ด้วยวิธี KR20) 259

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการตั้งสมมติฐาน 46
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 47
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 47
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการทดลอง 47
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 48
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 48
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 49
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 50
ภาพประกอบ 9 กรอบแนวคิดการวิจัย 89

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญทั้งในสังคมโลกปัจจุบันและในอนาคต มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นมีความเป็นไปอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ได้อย่างมีเหตุมีผลและสร้างสรรค์ วิชาเคมีเป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี (กระทรวงศึกษาธการ, 2560) ดังนั้นผู้สอนจึงต้องคิดแสวงหา ประยุกต์รูปแบบการสอนที่แปลกใหม่ เร้าความสนใจ ค้นหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและไตร่ตรองข้อมูล วิชาเคมีเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา แต่ความรู้ทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งพิจารณาได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (Ordinary National Educational Test : O-NET) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 ของประเทศมีคะแนนค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 28.08 ต่ำกว่าร้อยละ 50 และจากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self Assessment Report : SAR) ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม นักเรียนมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติพื้นฐาน (O-Net) ภาพรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 – 2565 ระดับโรงเรียน พบว่า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 36.25 34.69 และ 33.79 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยลดลงตามลำดับทุกปี และเมื่อวิเคราะห์คะแนนในภาพรวมเทียบ

กับคะแนนเต็มแล้วพบว่าคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ เนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 อีกทั้งจากการรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2564 – 2565 โดยรวมในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง (โรงเรียนสารคามพิทยาคม, 2565)

รายวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระเคมี มาตรฐานที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยเนื้อหาที่จำเป็นต้องเรียนประกอบด้วยเรื่องโมลและสูตรเคมี สารละลาย และปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเนื้อหาจะเน้นไปที่การคำนวณที่เป็นโจทย์ปัญหาแล้วคำตอบเป็นตัวเลข ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่มีลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ที่ถูกต้องยังส่งผลให้เกิดความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา และเมื่อนักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากเดิมจึงไม่สามารถเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2562) ในการวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนได้สอน เรื่อง โมลและสูตรเคมี โดยเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP และการแก้โจทย์ปัญหานับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะการจัดการเรียนรู้และการทดสอบส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบที่เป็นตัวเลข การส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่การสอนให้นักเรียนเข้าใจในโจทย์หรือที่เราเรียกว่าการตีโจทย์ โดยผู้สอนควรจะนำโจทย์ปัญหาที่หลากหลายมาให้นักเรียนลองฝึกตีโจทย์ โดยยังไม่ต้องเริ่มคำนวณ โดยมีคำถามหลัก ๆ เพียง 4 คำถาม ดังนี้ 1. โจทย์ต้องการให้เราหาอะไร 2. เราต้องทราบข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อที่จะใช้ในการหาคำตอบ 3. โจทย์ให้ข้อมูลอะไรที่จำเป็นสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาบ้าง และ 4. มีข้อมูลอะไรที่เราต้องการทราบเพิ่มเติมบ้าง (จรรยา ดาสา, 2553) การคำนวณในเนื้อหาเคมี มีความเกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาการคิดคำนวณเชิงตัวเลข การเปลี่ยนหน่วย ซึ่งมีส่วนทำให้วิชาเคมีเป็นวิชาที่ยากและมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ เพราะมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับทักษะด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์และตัวเลขที่มีความยากโดยธรรมชาติของวิชาอยู่แล้ว ผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาเคมีควรที่จะต้องมีความสามารถทางด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย เพราะเนื้อหาทางวิชาเคมีและคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกันอยู่เป็นจำนวนไม่น้อย ส่วนคนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์อาจจะมีความสามารถด้านเคมีด้วยหรือไม่มีก็ได้ (บุษรี เพ่งเล็งดี, 2561)

จุดมุ่งหมายสำคัญสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การสอนให้ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการคิด (thinking skill) ด้วยตนเองได้และช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่สำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถตั้งสมมติฐาน (hypothesizing) ได้และสามารถจัดการข้อมูลต่าง ๆ ด้วยทักษะการคิดอย่างมี

เหตุผล (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) เป็นความชำนาญในการคิดหรือความสามารถในการใช้ความคิด เพื่อค้นคว้าความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skill) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (Psychomotor Skill Hand on Skill) เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิด พื้นฐาน เช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การพูด การเขียนนอกจากนี้ยังมีทักษะการสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุปและการใช้ตัวเลข (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2554) ความสามารถที่เกิดจากทักษะการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการลงมือปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ ซึ่งทักษะดังกล่าว ล้วนแต่มีความสำคัญที่ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกทั้งสิ้น (ทิพย์อุบล ทิพเลิศ, 2560) และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนา เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดของผู้เรียนที่จะนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้และการแก้ปัญหา (พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ, 2553) ความสามารถทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเป็นการเรียนรู้เพื่อดำรงชีวิต ทักษะนี้เป็นสิ่งที่จะต้องได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ เช่น การฝึกทำงานอยู่เสมอ การฝึกฝนตนเองจากการทำงานจะช่วยหล่อหลอมให้เกิดเจตคติที่ดีต่อตนเองและต่อวิทยาศาสตร์ การทำงานช่วยเสริมสร้างประสบการณ์เพิ่มมากขึ้น คิดค้นหาหนทางแก้ไข การทดลองทางวิทยาศาสตร์ย่อมเผชิญกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดตัดสินใจ กระบวนการแก้ปัญหา (ประสาท เนืองเฉลิม, 2566)

จากเนื้อหาในรายวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการใช้จำนวน และเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมชี้วัดการคิดคำนวณคำตอบได้อย่างถูกต้อง บอกวิธีคำนวณได้ และแสดงวิธีคำนวณได้ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551) และเมื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ที่มีสถานการณ์และข้อมูลที่ซับซ้อน ไม่เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหา นักเรียนจะรู้สึกว่ายากและไม่อยากทำเพราะไม่ทราบว่าควรเริ่มแก้โจทย์อย่างไร และประเด็นความเป็นนามธรรมของเนื้อหาทางเคมี วิชาเคมีเป็นวิชาที่มีคำอธิบายส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในระดับที่ผู้เรียนจะสังเกตเห็นได้ เช่น ระดับอะตอม หรือโมเลกุล ปัญหาในการเรียนวิชาเคมีขึ้นอยู่กับการใช้ภาษาสัญลักษณ์ ประเภทของภาษาสัญลักษณ์ เช่น สัญลักษณ์ของธาตุ สัญลักษณ์แสดงเลขมวลและเลขอะตอมของธาตุ ปริมาณที่สามารถวัดได้ หน่วยของปริมาณที่สามารถวัดได้ ค่าคงที่ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สัญลักษณ์แสดงประจุทางไฟฟ้า (พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ์, 2558)

นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันยังไม่สนองกับความต้องการของสังคมมากนัก เพราะผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เป้าหมายของการเรียนรู้เคมีนั้นไม่ใช่แค่ผลิตนักเคมีที่ทำงานในห้องปฏิบัติการหรือในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ แต่ควรมุ่งให้ทุกคนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถตัดสินใจในประเด็นทางสังคม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) จะเห็นได้ว่าการทดสอบ PISA ปี 2022 ผลการประเมินของประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่ามีแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยลดลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) สอดคล้องกับปัญหาที่พบในการสอนรายวิชาเคมี ซึ่งพบว่า จากการที่ผู้วิจัยได้สอนรายวิชาเคมีในภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 พบปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนมีดังนี้ ผู้เรียนยังวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ เกิดความสงสัยในข้อมูลที่โจทย์ให้มา ไม่ทราบว่าความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร ไม่มีแนวทางในการคิดวิเคราะห์ ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปไม่ได้ จึงส่งผลให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ดีเท่าที่ควร

การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR เป็นกลวิธีที่ใช้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา การสอนแก้โจทย์โดยใช้กลวิธี STAR (STAR strategy steps) เป็นกลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกที่ ช่วยให้นักเรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น กลวิธีนี้แนะนำให้นักเรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอน 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์ ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ (Maccini, 1998) เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ซึ่งขั้นการศึกษาโจทย์ปัญหา นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไรและหาอะไร ขั้นการแปลงโจทย์ นักเรียนแปลงข้อความโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น ขั้นค้นหาคำตอบ เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ครูแสดงวิธีการหาคำตอบของสมการ โดยใช้การถามตอบประกอบการอธิบายหรือให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง ขั้นทบทวนคำตอบ เป็นการทบทวนคำตอบ ครูให้นักเรียนอ่านทบทวนโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง และให้นักเรียนถามตนเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหา โดยลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้นักเรียนจำกลวิธีที่สร้างรูปแบบถ้อยคำจากตัวอักษรตัวแรกของลำดับขั้น ในแต่ละขั้นตอนของกลวิธี STAR มีการใช้ถ้อยคำที่คุ้นเคย ง่าย สั้นกะทัดรัด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ กลวิธี STAR มีขั้นตอนที่เรียงลำดับอย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนลงมือแก้ปัญหาหาและนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ได้ ขั้นตอนของกลวิธี STAR จะกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านความรู้ เช่น ใช้การวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเอง ใช้ความสามารถแก้ปัญหาได้

เช่น ตรวจสอบคำตอบแล้วหรือไม่ (Maccini and Gagnon, 2006) ถึงแม้ว่ากลวิธี STAR จะนิยมใช้ในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ แต่ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนของกลวิธี STAR มาประยุกต์ใช้ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังเป็นกลวิธี STAR ยังมีประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก ซึ่งจะช่วยนักเรียนในการหาคำตอบและสรุปคำตอบ อีกทั้งช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในระยะเวลาที่จำกัด (Lenz et al. (1996 cited in Maccini & Gagnon, 2006)) การจัดการเรียนรู้กลวิธี STAR มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนากระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา การคิดคำนวณ ซึ่งเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนระลึกถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อที่จะได้รู้ว่าควรเริ่มต้นอย่างไร ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนใช้กลวิธี STAR ในการจัดการเรียนรู้ โดยในเรื่องโมลและสูตรเคมี เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565)

สำหรับรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง โมลและสูตรเคมี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรได้รับมีจำนวน 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการใช้จำนวน ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) เนื่องจากเนื้อหาในบทเรียนเกี่ยวกับการคำนวณและอธิบายจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ซึ่งผู้เรียนจำเป็นที่จะต้องมีความเข้าเพื่อที่จะใช้เป็นความรู้ในการเรียนบทถัดไป ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ทักษะนี้ ผู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง โดยทักษะการใช้ตัวเลข เป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดย การบวก การลบ การคูณ การหาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ทักษะในการลงความเห็นข้อมูล เป็นการเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการบรรยายถึงลักษณะหรือปริมาณหรือส่วนประกอบของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟ ให้เข้าใจได้ชัดเจน (วรรพทิพา รอดแรงค้า และ จิต นวนแก้ว, 2542)

จากปัญหาและความสำคัญที่กล่าวมาจากข้างต้นผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเกิดการกระตุ้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้ในรูปแบบการเรียนที่เหมาะสม และเป็นพื้นฐานเพื่อต่อยอดในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น ทำให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นแนวทางของครูผู้สอนในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

2. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตประชากรและตัวอย่าง

1.1 ประชากร ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม แผนการเรียนวิทย์ - คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน 119 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จำนวน 40 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยโรงเรียนได้จัดให้แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนคละความสามารถทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 สาระสาระเคมี มาตรฐานที่ 3 เรื่อง โมลและสูตรเคมี จำนวน 10 เรื่อง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1) มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์ จำนวน 2 ชั่วโมง

2) มวลอะตอมเฉลี่ย จำนวน 1 ชั่วโมง

3) ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสารจำนวน 2 ชั่วโมง

4) ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสาร จำนวน 1 ชั่วโมง

5) ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP จำนวน 2 ชั่วโมง

6) ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP จำนวน 1 ชั่วโมง

7) กฎสัดส่วนคงที่ จำนวน 2 ชั่วโมง

8) ร้อยละโดยมวลของธาตุ จำนวน 1 ชั่วโมง

9) สูตรอย่างง่าย จำนวน 2 ชั่วโมง

10) สูตรโมเลกุลของสาร จำนวน 1 ชั่วโมง

3. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

3.2 ตัวแปรตาม มี 2 ตัวแปร ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย

1) ทักษะการใช้จำนวน

2) ทักษะการลงความเห็นข้อมูล

3) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 ชั่วโมง (ไม่รวมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

5. ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนสารคามพิทยาคม ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กลวิธี STAR หมายถึง กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้จดจำวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาโดยการระลึกถึงอักษรตัวแรกของชื่อขั้นตอนนั้น ๆ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Maccini (Maccini, 1998) ได้แก่

ขั้นที่ 1 S การศึกษาโจทย์ปัญหา (Search the word problem)

ขั้นที่ 2 T การแปลงโจทย์ (Translate the problem)

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (Answer the problem)

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ (Review the solution)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ โดยวัดคะแนนที่ได้จากการสอบ ซึ่งใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการจัดกิจกรรมแบบกลวิธี STAR ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง โมลและสูตรเคมี เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) วัดตามพฤติกรรมของ Bloom โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือทักษะที่เกิดจากการปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้ ผ่านการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญได้อย่างถูกต้องคล่องแคล่ว แม่นยำ สามารถนำไปให้ประโยชน์ได้ ผู้วิจัยเลือกประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมลและสูตรเคมี เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ได้แก่

3.1 ทักษะการใช้จำนวน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง

3.2 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

3.3 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ตามแนวคิดของ (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2564)

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คือ 70 ตัวแรก ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดที่เก็บรวบรวมระหว่างการจัดการเรียนการสอน คือ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย ในสัดส่วน 50:50 เมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วเป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) คือ 70 ตัวหลัง ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวการทางวิทยาศาสตร์ ในสัดส่วน 50:50 เมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วเป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับข้อต่อไปนี้

1. สาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. กลวิธี STAR
5. การประยุกต์ใช้กลวิธี STAR ในการสอนของประเทศไทย
6. แผนการจัดการเรียนรู้
7. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    8.1 งานวิจัยในประเทศ
    8.2 งานวิจัยต่างประเทศ
9. กรอบแนวคิดวิจัย

สาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 มาใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น และเห็นควรปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม

สร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่อื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ความสามารถทักษะ กระบวนการ และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจสภาพที่เป็นอยู่ และการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการ

สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้มี ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆของสัตว์และมนุษย์ที่

ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนกาเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง สรุปได้ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระชีววิทยา เคมีฟิสิกส์และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยาและเคมี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระชีววิทยา เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมีและโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เรื่องกฎของบอยล์กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมีและเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ทับซ้อนกันในสาระเคมีและฟิสิกส์ เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระเคมีและฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี

3. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุและมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้เนื้อหา และกิจกรรมเรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

4. ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. มีการเพิ่มเนื้อหาด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นวัตกรรมและการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับ

สังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1. ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอดวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอกระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

3. ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน

4. โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลกการเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

มาตรฐานการเรียนรู้ รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 มีทั้งหมด 3 มาตรฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

มาตรฐานที่ 1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี แสดงดังตาราง 4 ดังนี้

คำอธิบายรายวิชาเคมี

คำอธิบายรายวิชาเคมี 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม

บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวล สูตรอธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ คำนวณ สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายแปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี บางชนิด คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีคำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการ ตัดสินใจ เพื่อคุณค่าของการนำประโยชน์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ อยู่อย่างพอเพียง ซื่อสัตย์ มีวินัย ใส่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม รายวิชาเคมีได้กำหนดผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมในรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไว้ดังนี้ (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม, 2565)

สาระเคมี

มาตรฐานที่ 1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสารคามพิทยาคม แสดงดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	เวลา (ชั่วโมง)
1. โมลและสูตรเคมี	1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุและคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	- มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลละไอโซโทปของธาตุชนิดนั้น ตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ - มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น	15

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	เวลา (ชั่วโมง)
1. โมลและสูตรเคมี (ต่อ)	2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรแก๊สที่ STP	- โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาคมวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP	15
	3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลขององค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่	- สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของ ธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่	
	4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร	- สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุล	

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	เวลา (ชั่วโมง)
2. สารละลาย	1. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ	- สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล	18
	2. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด	- การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลาย หรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ	
	3. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	- สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลายโดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของ ตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย	

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	เวลา (ชั่วโมง)
3. ปริมาณสารสัมพันธ์	1. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด	- ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสารหรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี และผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสารหรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน	27
	2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร	- การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดย โมลของสาร	

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	เวลา (ชั่วโมง)
3. ปริมาณสารสัมพันธ์ (ต่อ)	3. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย 4. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	ในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้	27
	5. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	- ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม	
	6. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	- ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่าสารกำหนดปริมาณ กำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา	
	7. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	- ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ	
รวม			60

ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้มาตรฐานที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี แสดงดังตาราง 1

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือเคยกระทำได้น้อย ก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ไพศาล หวังพานิช (2543) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นคุณลักษณะและประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกฝนหรือจากการสอน ซึ่งถือว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบความสามารถและความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียน

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นคุณลักษณะด้านความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือประสบการณ์ทั้งหมดที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใดมากน้อยแค่เท่าไหร่ ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2560) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ความสามารถในการพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกันและต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2564) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นความรู้ ความสามารถ ทักษะและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่สามารถสังเกต วัดและทดสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

(achievement test) ซึ่งอาจมีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปเป็น แบบทดสอบความสัมฤทธิ์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หรือแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จากการศึกษาสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนแต่ละบุคลได้รับจากการเรียนการสอน วัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือวัดในด้านต่าง ๆ หลังเรียน

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2544) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

สมบูรณ์ ตันยะ (2545) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว หรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ สมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่าหลังการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในรายวิชานั้น ๆ เพียงใด

คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2562) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

อพันตรี พูลพุทธา (2564) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ชุดของสิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้นการตอบสนองออกมา ชุดของสิ่งเร้านี้มักอยู่ในรูปของข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยมุ่งวัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านพุทธิพิสัยของผู้ทดสอบว่าที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์กำหนดไว้เพียงใด

จากการศึกษาสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถของผู้เรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาแล้ว ว่าผู้เรียนนั้นบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2544) ได้กล่าวไว้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง
2. กับแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่นิยมใช้มี 6 แบบดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

ตัวอย่างข้อสอบ

1. จงอภิปรายหลักคำสอนของพระพุทธเจ้าในด้านการนำมาปฏิบัติ
2. เหตุใดขุนแผนจึงมีภรรยาหลายคน ท่านคิดว่าเป็นการกระทำที่ดีหรือไม่

2. ข้อสอบแบบกาถูก – ผิด (True – False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงข้ามกัน เช่น ถูก – ผิด ใช่ – ไม่ใช่ จริง – ไม่จริง เหมือนกัน – ต่างกัน เป็นต้น

ตัวอย่างข้อสอบ

1. ปรอทเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด
2. ม้าน้ำเป็นสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม
3. กาลิเลโอเป็นผู้ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

ตัวอย่างข้อสอบ

1. ยอดเขาที่สูงที่สุดในประเทศไทยชื่อ..... อยู่ในจังหวัด.....
2. การปกครองในสมัยโบราณของไทยที่แยกออกมาเป็น เวียง วัง คลัง นา เรียกว่า .....

4. ข้อทดสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกระทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

ตัวอย่างข้อสอบ

1. ศีล แปลว่าอะไร ?

2. สสาร คืออะไร ?

3. เรื่องพระอภัยมณีเป็นบทประพันธ์ของใคร ?

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

ตัวอย่างข้อสอบ

จากข้อ 1 – 5 ให้พิจารณาตัวละครในแต่ละข้อจากแถวขวามือว่าอยู่ในวรรณคดีเรื่องอะไรจากแถวซ้ายมือ แล้วเอาเฉพาะตัวอักษรหน้าข้อในแถวซ้ายมือ ใส่ในวงเล็บหลังข้อความของแต่ละข้อ ที่คิดว่าถูกต้องที่สุด

ก. กากี	1. มะเดวี	( )
ข. อิเหนา	2. มณโท	( )
ค. สังข์ทอง	3. ปอร์เชีย	( )
ง. รามเกียรติ์	4. ปอละเตียง	( )
จ. เวนิชวานิส	5. สุวรรณมาลี	( )
ฉ. พระอภัยมณี		
ช. ผู้ชนะสิบทิศ		
ซ. ขุนช้างขุนแผน		
ฌ. กามนิตวาสิฏฐี		

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ตัวอย่างข้อสอบ

1. ควรใช้คุณสมบัติในข้อใดชี้ขาดว่าสารนี้เป็นกรด ? (ความรู้ความจำ)

ก. มีรสเปรี้ยว

ข. เป็นสื่อไฟฟ้า

ค. เปลี่ยนสีกระดาษลิทมัส

ง. ละลายน้ำได้ไฮดรอกซิล

จ. ละลายน้ำได้ไฮโดรเยนอิออน

2. สามเหลี่ยมหน้าจั่ว ไม่สามารถเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า เพราะยังขาดคุณสมบัติเกี่ยวกับอะไร ? (การวิเคราะห์)

ก. มุม

ข. พื้นที่

ค. ส่วนสูง

ง. ความยาวฐาน

จ. ด้านประกอบมุมยอด

3. “สอนหนังสือสังฆราช” มีความหมายคล้ายกับคำพังเพยข้อใด ? (ความเข้าใจ)

ก. ปล่อยเสือเข้าป่า

ข. ผงเข้าตาตัวเอง

ค. อัฐยายซื้อขนมยาย

ง. เอาเนื้อหมูไปเพิ่มเนื้อช้าง

จ. เอามะพร้าวห้าวไปขายสวน

ชวาล แพรัตกุล (2552) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และโจทย์ข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง แบบทดสอบชนิดนี้ครูสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพและเหตุการณ์ได้ และใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานความรู้เดิม วัดความงอกงามในการเรียนการสอน วัดดูความบกพร่องเพื่อจัดสอนซ่อมแซม วัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ เป็นต้น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานตรงวิธีดำเนินการและวิธีการแปลคะแนน มีคุณค่าในระดับที่สูง สามารถใช้เป็นหลักสำหรับวัดและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้สำหรับวัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัย ในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ หรือจะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ เป็นต้น

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สาหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้

ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์ เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่ง อ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพ ความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนได้สร้างขึ้นเอง (Teacher made test) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize test) ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 2 ประเภทจะมีการถามเนื้อหาที่เหมือนกัน คือถามในสิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนการสอน โดยสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมออกเป็น 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบนักเรียนในชั้นเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True – false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) แบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

1.2 แบบอัตนัย (Essay test) ได้แก่ แบบเขียนตอบที่จำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบเขียนตอบไม่จำกัดคำตอบหรือการเขียนตอบแบบเสรี (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบมีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผลการสอบ มีความเป็นปรนัย (Object) มีความเที่ยงตรง (Validity) และมีความน่าเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งแบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Standford Achievement Test และ The Metropolitan Achievement Test เป็นต้น

คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2564) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบชนิดนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดีมีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการสร้างมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในวิธีการแปลความหมายคะแนน

อพันตรี พูลพุทธา (2565) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher - Made Test) และแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Test) แบบทดสอบทั้ง 2 ประเภทนี้จะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับ

จากการศึกษาสรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะประกอบด้วย 2 ประเภท คือ 1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง 2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้ เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น และใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ประเภทข้อสอบเลือกตอบ (Multiple choice)

การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระ ที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของแบบสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่างๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้นกะทัดรัด และมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2564) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

ก่อนการจัดการเรียนการสอน ครูต้องออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการ วิเคราะห์หลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาแล้วกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมหรือ

คุณลักษณะที่ครูผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้จึงเป็นกรอบทิศทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ครูจึงควรวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อตัดสินใจออกแบบการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัด

ขั้นที่ 2 การจัดทำผังการสร้างข้อสอบ

ผังการสร้างข้อสอบ หรือพิมพ์เขียวแบบทดสอบ (test blueprint) คือ ตารางโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา (content) จุดประสงค์การเรียนรู้กับระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นการเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่าจะวัดเนื้อหา/จุดประสงค์การเรียนรู้กับระดับพฤติกรรมอะไรบ้าง การจัดทำผังการสร้างข้อสอบจึงเป็นกระบวนการวางแผนการสร้างข้อสอบ โดยพิจารณากำหนดขอบเขตเนื้อหาหรือจุดประสงค์ปลายทางกับระดับพฤติกรรมที่ต้องวัดและกำหนด น้ำหนักความสำคัญหรือสัดส่วนของจำนวนข้อสอบ (items) ในแต่ละเนื้อหาหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด การจัดทำผังการสร้างข้อสอบนิยมนำเสนอในรูปแบบตารางที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลดังกล่าว

ขั้นที่ 3 การกำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษาผังการสร้างข้อสอบ ครูผู้สร้างข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาหลักการและวิธีสร้างข้อสอบชนิดนั้น เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและสามารถสร้างข้อสอบได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 การสร้างข้อสอบ

ครูผู้สร้างข้อสอบลงมือสร้างหรือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในผังการสร้างข้อสอบ โดยอาศัยหลักการและวิธีการสร้างหรือเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3 ในการสร้างข้อสอบ ครูควรวางแผนการสร้างข้อสอบล่างหน้าและบริหารจัดการในการสร้างข้อสอบให้เป็นไปตามแผน รวมทั้งต้องใช้ความเพียร ความอดทนและความมุ่งมั่นในการสร้างข้อสอบ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

ขั้นที่ 5 การตรวจทานและกลั่นกรองข้อสอบ

การตรวจทานและกลั่นกรองข้อสอบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ข้อสอบที่สร้างไว้มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความครอบคลุม สมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในผังการสร้างข้อสอบ ครูผู้สร้างข้อสอบจึงควรพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้ง และหากมีผู้กลั่นกรองข้อสอบช่วยตรวจสอบกลั่นกรองข้อสอบด้วย ก็จะช่วยให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น แล้วจึงนำไปจัดพิมพ์ข้อสอบเพื่อนำไปใช้สอบต่อไป

ขั้นที่ 6 การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานและกลั่นกรองข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด และหากมีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริง อาจจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม การทดลองใช้แบบทดสอบก็เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นที่ 7 การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน มักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้ว จึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

ขั้นที่ 8 การจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพออาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

อพันตรี พูลพุทธา (2565) ได้กล่าวไว้ว่า การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ ควรกำหนดแผนการสร้าง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษา ขั้นนี้เป็นการวางโครงการล่วงหน้าว่าการวิจัยนั้นต้องการศึกษาพฤติกรรมอะไร กับใคร และศึกษาเพื่ออะไร

2. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบที่จะใช้ ขั้นนี้เป็นการกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบที่จะใช้ในการทำวิจัย โดยกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบประเภทใดจึงจะสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา จำนวนข้อเท่าใด และเวลาที่ใช้ควรเป็นเท่าใดจึงจะเหมาะสม

3. การสร้างแบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นการพิจารณาว่าพฤติกรรมที่ต้องการศึกษานั้นมีองค์ประกอบของพฤติกรรมใดบ้าง โดยสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นแนวทางในการสร้าง

4. การสร้างตัวคำถาม ยึดหลักใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน และมีความเป็นปรนัย ถ้าข้อสอบนั้นเป็นข้อสอบแบบปรนัย การสร้างตัวเลือกต้องให้เป็นอิสระจากกัน มีความชัดเจน ไม่แนะคำตอบ โดยศึกษาเทคนิคการเขียนข้อคำถามและตัวเลือกจากเอกสาร ตำรา เพื่อให้การสร้างถูกต้องตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

5. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบดูว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ แสดงให้เห็นถึงความเที่ยงตรงภายในของการวิจัย การหาคุณภาพ เช่น ความเที่ยงตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น เป็นต้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่าการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยยึดตาม 5 ขั้นตอนของอพันตรี พูลพุทธา ดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้ได้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ไม่ใช่ทักษะปฏิบัติด้วยมือ (Psychomotor Skills/Hand on Skills) เพราะเป็นการทำงานของสมอง และเป็นการคิดทั้งในระดับพื้นฐานและระดับสูง

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2554) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำ

อารักษ์ ไชยหลาก (2556) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ที่มีระเบียบ แบบแผน มีขั้นตอนและมีการฝึกฝนในการปฏิบัติอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญ

ทิพย์อุบล ทิพเลิศ (2560) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความสามารถที่เกิดจากทักษะการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการลงมือปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ

จากการศึกษาสรุปได้ว่าความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือทักษะที่เกิดจากการค้นคว้าหาความรู้ ผ่านการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดการคิด การสังเกต การปฏิบัติ การทดลอง การสรุปข้อมูล ได้อย่างถูกต้องคล่องแคล่ว แม่นยำ สามารถนำไปให้ประโยชน์ได้

ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ดังนั้น จุดมุ่งหมายของการศึกษาควรเน้นการสอนให้ผู้เรียนรู้จัก

และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความความรู้ต่าง ๆ เพราะการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ได้มุ่งเฉพาะตัวเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าแล้วเรียบเรียงไว้อย่างมีระเบียบเท่านั้น แต่ยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้ผู้เรียนได้รับทั้งผลผลิตทางวิทยาศาสตร์คือเนื้อหาความรู้และควรปลูกฝัง กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไปด้วย

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียน สามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลเก็บรวบรวมได้ (Small Idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่ออธิบายโดยภาพรวม (Big Idea) ของปรากฏการณ์ใด ๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังต้องทดสอบ แนวคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยวิธีการต่าง ๆ ด้วยการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้วยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นี้เป็นการสะสมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องและเพิ่มเติมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเวลานั้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงจากการทดลองด้วยตนเองด้วยการเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งปัจจุบันได้บรรจุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วทุกภูมิภาคของโลก

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2551) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับผู้เรียนมาก ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยรู้จักนำหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาให้มีขึ้นก่อนในระดับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ควรเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ทักษะการสังเกต ทักษะการจัด จำแนก ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ซึ่งทักษะดังกล่าวถือว่าเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต้องมีและต้องพัฒนาให้มีขึ้นในระดับประถมศึกษาก่อนที่จะพัฒนาแนวความคิดและทักษะขั้นผสมผสานซึ่งเป็นทักษะขั้นสูงต่อไป

พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนา

เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดของผู้เรียนที่จะนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้และการแก้ปัญหา

จากการศึกษาสรุปได้ว่าความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนา มีความจำเป็นในการเสาะแสวงหาความรู้ ช่วยให้คิดอย่างมีเหตุมีผล เข้าใจในเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ ทำงานเป็นและแก้ไขปัญหาได้อย่างรอบครอบ พร้อมทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า และจิต นวนแก้ว (อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2566) ได้กล่าวว่า สมาคมเอมริกาเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association For the Advancement of Science :AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ซึ่งทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) และ ทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ (Integrated science process skills) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัสดุหรือเหตุการณ์ โดยการทำความเข้าใจในสิ่งที่สังเกต หาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ เห็นอย่างไร ได้ยินอย่างไร ได้กลิ่นอย่างไร หรือรสชาตเป็นอย่างไรก็อธิบายไปตามนั้น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติเชิงปริมาณและการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั่น

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสิ่งที่วัด โดยมีหน่วยที่ใช้วัดกำกับ สามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการเลือกใช้เครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวนโดยการบวก ลบ คูณ หาร และการค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้อย่างถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ตัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน ลักษณะของการคำนวณอาจใช้การนับจำนวน การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ การบอกวิธีการคำนวณ การคิดคำนวณ การแสดงวิธีคิดคำนวณ การบอกวิธีหาค่าเฉลี่ย การแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนก หมายถึง เป็นการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนกดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่การแบ่งพวกของสิ่งต่างๆจากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ สามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งสิ่งนั้นใช้อะไรเป็นเกณฑ์

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระกว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา หมายถึง สเปซของวัตถุเป็นที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ

2) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏบนกระจกเงา

3) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

4) ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง เป็นการเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ การอธิบายหรือการเพิ่มข้อสรุปให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย การใช้ประสาทสัมผัสสิ่งของหรือเหตุการณ์ให้ได้ข้อมูลอย่างหนึ่ง แล้วเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปให้กับข้อมูลนั้น ความคิดเห็นส่วนตัวอาจได้มาจากประสบการณ์เดิม โดยอธิบายหรือสรุปเกินข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกต และเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

7. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตาราง กราฟ รูปภาพ สมการ แผนภูมิแผนภาพ ไดอะแกรม หรือการเขียนบรรยาย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ สามารถรู้จักเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า ทำนานผลเหตุการณ์หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ หลักการ กฎ ข้อมูลความสัมพันธ์ของข้อมูล ทฤษฎี ความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การค้นหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองเป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า สมมติฐานเป็นการคาดเดาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและมักจะตั้งขึ้นก่อนที่จะมีการดำเนินการทดลอง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นบอกให้ทราบเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องการรวบรวม ความสามารถในการให้คำตอบล่วงหน้าหรือการทำนายผลล่วงหน้าในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยรู้มาก่อนได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปทดสอบได้ต้องอาศัยหลักการและหตุผลที่ได้เรียนรู้มาช่วงตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นเครื่องมือกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลอง

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายของคำหรือข้อความต่างๆ หรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในสมมติฐาน ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น การสังเกตหรือการวัด โดยให้คำนึงอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นความสามารถในการชี้บ่ง หรือกำหนดสิ่งที่เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ตัวแปรเป็นสิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ซึ่งตัวแปรมี 3 ประเภท ได้แก่

1) ตัวแปรต้น (Independent variable) หมาย ถึงสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่ต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุให้คาดคะเนทำให้ผลออกมาต่างกัน

2) ตัวแปรตาม (Dependent variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

3) ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled variable) หมายถึง สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เป็นสิ่งที่ต้องควบคุให้เหมือนกัน และเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

12. ทักษะทดลอง หมายถึง กระบวนการการปฏิบัติเพื่อพิสูจน์คำตอบจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1) การออกแบบการทดลอง (Experim ental design) หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือทดสอบจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งสัมพันธ์กับการกำหนดและควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องเตรียมไว้ใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง (Experimentation) หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะต้องใช้ทักษะด้านอื่นๆ ประกอบอีกมาก เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น

3) การบันทึกผลการทดลอง (Recording) หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัว

แปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง พร้อมทั้งแสดงตำแหน่งค่าของตัวแปรบนกราฟได้อย่างอย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การบรรยายถึงลักษณะหรือปริมาณหรือส่วนประกอบของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟ ให้เข้าใจได้ชัดเจน การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ เช่น การสังเกต การใช้ตัวเลข การลงข้อสรุป เป็นการบอกผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ให้เข้าถึงการเปลี่ยนแปลงตามที่แสดงไว้ ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลนี้ได้

ทิพย์อุบล ทิพเลิศ (2560) แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และ สเปสกับเวลา การคำนวน หรือการใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหรือขั้นผสม ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่าง เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลอง โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ด้วยประสาทสัมผัส ทั้ง 5 อย่าง ได้แก่ การดูการฟัง การดมกลิ่น การรับรส และการสัมผัส

2. ทักษะการวัด (Measuring) เป็นความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงความสามารถในการหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ จากเครื่องมือที่เลือกใช้ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็ว พร้อมระบุหน่วยของการวัดได้อย่างถูกต้อง

3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) เป็นความสามารถในการแยกแยะจัดพวกหรือจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ เช่น วัตถุ ดาว เทหวัตถุและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ นอกจากนี้ยังหมายถึงความสามารถในการเลือก และระบุเกณฑ์หรือลักษณะร่วมลักษณะใดลักษณะหนึ่งของสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา (Using Space and Time relationship) สเปซ คือ พื้นที่ที่วัตถุครอบครอง ในที่นี้อาจเป็นตำแหน่ง รูปร่าง หรือรูปทรงของวัตถุ สิ่งเหล่านี้อาจมีความสัมพันธ์กันดังนี้ 1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ เป็นความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครอง 2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครองเมื่อเวลาผ่านไป

6. ทักษะการใช้จำนวน (Using numbers) เป็นความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง

7. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing and Communicating data) เป็นความสามารถในการนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการทำความเข้าใจหรือเห็นแบบรูปของข้อมูล นอกจากนี้ยังรวมถึงความสามารถในการนำข้อมูลมาจัดทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ หรือการเขียนบรรยายเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลมากขึ้น

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) เป็นความสามารถในบอกผลลัพธ์ของปรากฏการณ์สถานการณ์ การสังเกต การทดลองที่ได้จากการ สังเกตแบบรูปของหลักฐาน (Pattern of Evidence) การพยากรณ์ที่แม่นยำ จึงเป็นผลมาจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้องการบันทึก และการจัดกระทำกับข้อมูลอย่างเหมาะสม

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าที่ยังไม่รู้มาก่อน หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน การตั้งสมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ก็ได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) เป็นความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานของการทดลองหรือที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting and Making conclusion) ความสามารถในการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

12. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables) เป็นความสามารถในการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมให้คงที่ให้

สอดคล้องกับสมมติฐานของการทดลอง รวมถึงความสามารถในการระบุและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น แต่อาจส่งผลต่อผลการทดลองหากไม่ควบคุมให้เหมือนกันหรือเท่ากัน ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ดังนี้ 1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจึงต้องจัดสถานการณ์ให้มีสิ่งนี้แตกต่างกัน 2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน และเราต้องสังเกต วัด หรือติดตามดู 3. ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (Controlled Variable) คือ สิ่งต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อการจัดสถานการณ์ จึงต้องจัดสิ่งเหล่านี้ให้เหมือนกันหรือเท่ากัน เพื่อให้มั่นใจว่าผลจากการจัดสถานการณ์เกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

13. ทักษะการทดลอง (Experimenting) การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผล การทดลอง ทักษะการทดลองจึงเป็นความสามารถในการออกแบบและวางแผนการทดลองได้อย่างรอบคอบ และสอดคล้องกับคำถามการทดลองและสมมติฐาน รวมถึงความสามารถในการดำเนินงานทดลองได้ตามแผน และความสามารถในการบันทึกผลการทดลองได้ละเอียด ครบถ้วน และเที่ยงตรง

14. ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Formulating models) ความสามารถสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ เช่น กราฟ สมการ แผนภูมิ รูปภาพ และภาพเคลื่อนไหว รวมถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิด รวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่าง ๆ

จากการศึกษาสรุปได้ว่าประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 14 ทักษะโดยทักษะที่ 1- 8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาสาสตร์ขั้นพื้นฐานมี 8 ทักษะ ได้แก่ 1. การสังเกต 2. ทักษะการใช้จำนวน 3. การจำแนกประเภท 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 5. การคำนวณ 6. การจัดกระทำและสื่อความหมาย 7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8. การพยากรณ์ และทักษะที่ 9 - 14 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาสาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสมผสานมี 6 ทักษะ ได้แก่ 1. การตั้งสมมติฐาน 2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร 4. การทดลอง 5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และ 6. การสร้างแบบจำลอง

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โมลและสูตรเคมี จากการวิเคราะห์ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องในเรื่องโมลและสูตรเคมี มีจำนวน 3 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการใช้จำนวน 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ

3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ทักษะนี้ ผู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (นิภา ตรีแจ่มจันทร์, 2562)

การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Enger และ Yager (2001) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 วิธี ดังนี้

1. การสังเกตพฤติกรรม เป็นการสังเกตการลงมือปฏิบัติการทดลองของนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ

2. การประเมินจากสมุดบันทึก เป็นการให้นักเรียนบันทึกวิธีทดลองโดยใช้แบบประเมินมาตราประมาณค่า

3. การตอบคำถามสั้น ๆ เป็นการให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบทดสอบประเภทต่าง ๆ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบเขียน เป็นต้น

มังกร ทองสุขดี (2539) ได้กล่าวในเอกสารการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตว่าวิธีการวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจใช้กระบวนการ ดังนี้

1. การสังเกตกระบวนการทำงาน
2. การสอบแบบปากเปล่าหรือสัมภาษณ์
3. การสังเกตจากการซักถามและการอภิปรายของนักเรียน
4. การใช้แบบสอบแบบต่าง ๆ

รูปแบบการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-Choice Paper-and-Pencil Tests) และการประเมินจากพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นวิธีเก่าดั้งเดิม ในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการประเมินโดยใช้แบบทดสอบหรือแบบสังเกตพฤติกรรมใช้ทักษะต่าง ๆ หรือวิธีการอื่นที่ปรับปรุงมาจากวิธีการทั้งสองดังกล่าวแล้ว วิธีการแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เช่น แบบทดสอบสามารถใช้ประเมินทักษะหลาย ๆ ทักษะในเวลาเดียวกันในช่วงเวลาที่จำกัดได้ การตรวจคำตอบอาจใช้คนหรือเครื่องจักรตรวจในช่วงใดก็ได้ ซึ่งไม่ต้อง

ใช้คนที่มีประสบการณ์ตรวจคำตอบก็ได้แบบทดสอบประเภทนี้จะไม่แพง ถ้านักเรียนไม่ได้ขีดเขียนอะไรลงไปในสมุดทดสอบ สมุดทดสอบนั้นก็ไม่สามารถนำมาใช้ทดสอบได้อีก อย่างไรก็ตาม แบบทดสอบประเภทนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนในการอ่าน การรับรู้และความเข้าใจในคำถามที่ถามแต่แบบทดสอบประเภทนี้ไม่ได้ให้นักเรียนค้นหาความชัดเจนของข้อคำถามสิ่งที่เกี่ยวข้องเป็นเพียงแค่ตัวคำถามและตัวเลือก ดังนั้น วิธีการประเมินแบบนี้จึงจำกัดความคิดของผู้ตอบการลงมือปฏิบัติกับวัตถุจริง ๆ นักเรียนเพียงแต่ใช้ทักษะการเขียนถ้าแบบทดสอบ ต้องการให้นักเรียนเขียนหรือให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนการสังเกตนักเรียนขณะที่ใช้ทักษะที่กำหนดให้พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกับนักเรียน มีทั้งข้อดีและข้อเสีย เช่น นักเรียนสาธิตการใช้ทักษะ ซึ่งการสาธิตเป็นการแสดงถึงความเข้าใจมากกว่าการบอกความรู้เกี่ยวกับทักษะเหล่านั้น ถึงแม้ว่าการสาธิตสามารถให้ข้อมูลที่มีความตรงและความเที่ยงสูงเกี่ยวกับพัฒนาการทางทักษะของนักเรียน วิธีการนี้จะใช้เวลานานมากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2554) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การวัดและการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper-and-pencil tests)
2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment)

ตัวอย่างข้อสอบชนิดเลือกตอบในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- การสังเกต

1. ชาติเฝ้ามองกระรอกตัวหนึ่งบนต้นไม้ ชาติสามารถบอกอะไรแก่เราจากการเฝ้ามองกระรอกตัวนี้

ก. กระรอกกำลังหาอาหารสำหรับลูกของมัน
ข. กระรอกมีสีน้ำตาลและมีหางยาวเป็นพุ่ม
ค. กระรอกอาศัยอยู่ในสวน
ง. กระรอกมีอายุ 2ปี

- การสื่อความหมาย

2. นิดพบสัตว์ตัวหนึ่งในพุ่มไม้ขณะกำลังวิ่งเล่นในสวน ข้อความใดที่บอกอย่างชัดเจนถึงลักษณะของสัตว์ที่พบ

ก. ตัวเล็กและมีสี่ขา
ข. ดูคล้ายหนู มีหางสั้น
ค. มีสีน้ำตาล และน่ากลัว
ง. ดูเหน็ดเหนื่อย และเยือกเย็น

- การใช้ตัวเลข

3. ในการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่งซึ่งมีนักเรียน 50 คน หาคะแนนเฉลี่ยได้ 10.30 จากการตรวจสอบการบวกคะแนน ปรากฏว่ามีการบวกคะแนนของนักเรียนคนหนึ่งน้อยกว่าที่ควรจะเป็น 10 คะแนน ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยที่ถูกต้องควรเป็นเท่าไร

ก. 10.40

ข. 10.50

ค. 10.60

ง. 10.70

- การลงความคิดเห็น

4. ดำรงได้เขียนบันทึกผลการสำรวจสัตว์เล็ก ๆ จากแหล่งต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

สถานที่สำรวจ	จำนวนสัตว์ที่พบ		
	แมงมุม	แมลงปีกแข็ง	ตัวหนอน
1. บริเวณใต้ก้อนหิน	8	3	2
2. ใต้กองหญ้าแห้ง	4	6	3
3. ใต้ขอนไม้ผุ	2	3	7
4. บริเวณพื้นหญ้า	7	9	5

ถ้าดำรงต้องการจะหาตัวหนอนมาทำการทดลอง สถานที่สำรวจแห่งใดเป็นสถานที่ที่เหมาะสมที่สุดในการหาตัวหนอน

ก. บริเวณใต้ก้อนหิน

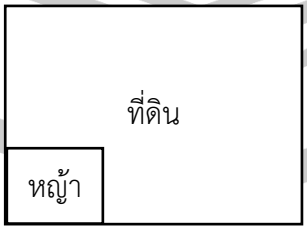
ข. ใต้กองหญ้าแห้ง

ค. บริเวณพื้นหญ้า

ง. ใต้ขอนไม้ผุ

- การวัด

5. จิตติต้องการที่จะปลูกหญ้าในที่ดินซึ่งมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร จากรูปภาพข้างล่างจงหาว่าจิตติต้องใช้หญ้ากี่แผ่นที่จะปูในที่ดินได้พอดี



ก. 7

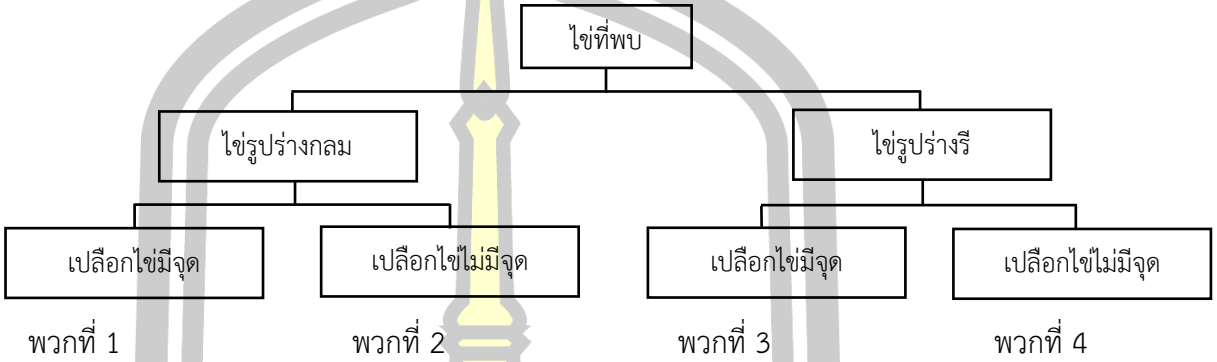
ข. 10

ค. 12

ง. 14

- การจำแนกประเภท

6. ชาลีจำแนกประเภทไข่ที่พบในกอไม้แห่งหนึ่งได้ดังภาพข้างล่าง



หากท่านมีไข่ฟองหนึ่งซึ่งมีรูปร่างดังภาพนี้ ท่านจะจัดไข่ใบนี้ไว้ในพวกใด

ก. พวกที่ 1

ข. พวกที่ 2

ค. พวกที่ 3

ง. พวกที่ 4

- การพยากรณ์

7. จากผลจากทดลองต้มน้ำทุก ๆ นาที มาลีและมะลิพบว่าอุณหภูมิของน้ำเป็นดังนี้

เวลา (นาทีที่)	อุณหภูมิ (°C)
1	18
2	22
3	25
4	29
5	-

ท่านคิดว่าอุณหภูมิของน้ำจะเป็นเท่าไรหลังจากหลังจากนาทีที่ 5

ก. 26 °C

ข. 29 °C

ค. 32 °C

ง. 35 °C

- ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา

8. แดงยืนอยู่หน้ากระจกเงา แล้วเดินไปทางซ้ายมือของภาพในกระจกเงาเป็นระยะทาง 3 เมตร แล้วเดินถอยหลังไปเป็นระยะทาง 4 เมตร อยากทราบว่าจุดตั้งต้นอยู่ทางทิศไหนของแดง

ก. ทิศตะวันออกเฉียงใต้
ข. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
ค. ทิศเหนือ
ง. ทิศใต้

- การบ่งชี้ตัวแปร

9. เจ้าของโรงงานรถยนต์ต้องการที่จะประดิษฐ์รถยนต์ให้มีราคาถูก เขาจึงศึกษาตัวแปรซึ่งอาจมีผลต่อระยะทางที่รถยนต์วิ่งได้ต่อปริมาณของน้ำมัน 1 ลิตร ตัวแปรตัวใดมีผลต่อระยะทางที่รถยนต์วิ่งได้ต่อปริมาณของน้ำมัน 1 ลิตร

ก. นำหนักของรถ สีของรถ ชนิดของน้ำมัน
ข. ขนาดของเครื่องยนต์ น้ำหนักของรถ ชนิดของน้ำมัน
ค. สีของรถ ขนาดของเครื่องยนต์ น้ำหนักของรถ
ง. ชนิดของน้ำมัน สีของรถ ขนาดของเครื่องยนต์

- การตั้งสมมติฐาน

10. เจ้าหน้าที่ตำรวจมีความสนใจเกี่ยวกับการลดความเร็วของรถยนต์ที่แล่นบนท้องถนน เขาคิดว่าคงจะมีหลายสาเหตุที่มีผลต่อความเร็วของรถยนต์ที่แล่นบนท้องถนน สมมติฐานข้อใดที่เขาควรจะทำการทดสอบ

ก. คนขับรถที่มีอายุน้อยจะขับรถเร็วกว่าคนขับรถที่มีอายุมาก
ข. ผู้โดยสารจะบาดเจ็บน้อยลง เมื่อโดยสารรถยนต์ขนาดใหญ่ขึ้น
ค. ถ้ามีตำรวจบนทางหลวงมากขึ้นรถจะแล่นช้าลง
ง. รถที่เครื่องยนต์เก่ามาก จะทำให้เกิดอุบัติเหตุมากขึ้น

- การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

11. ปิติกำลังศึกษาถึงขนาดของล้อรถที่มีผลต่อความคล่องตัวในการหมุนของล้อรถนั้น ครั้งแรกเขาทำการทดลองโดยใส่ล้อรถขนาดใหญ่เข้าไปในเกวียนค้นเล็ก ๆ และปล่อยให้มันวิ่งลงมาจากที่สูงชันและวิ่งข้าม พื้นไป เขาทำการทดลองอีกครั้งโดยใช้เกวียนเล็กคันเดิม แต่เปลี่ยนมาใช้ล้อขนาดเล็กและปล่อยให้มัน วิ่งลงมาจากที่สูงนั้น และวิ่งข้ามพื้นไป ปิติจะวัดความคล่องตัวในการหมุนของล้อรถนั้นได้อย่างไร

ก. วัดระยะทางทั้งหมดที่เกวียนวิ่งไป
ข. วัดมุมเงยของที่สูงชันที่ปล่อยให้เกวียนวิ่ง
ค. วัดขนาดของล้อรถในการทดลองแต่ละครั้ง
ง. วัดน้ำหนักของเกวียนแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง

- การออกแบบการทดลอง

12. อุดมคิดว่าถ้าเพิ่มความดันอากาศในลูกบาสเกตบอลให้มากขึ้น มันจะกระเด้งสูงขึ้น เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานนี้ อุดมได้นำลูกบาสเกตบอลมาหลายลูกและสูบอากาศเข้าไปในลูกบาสเกตบอล อุดมจะทำการทดสอบสมมติฐานของเขาอย่างไร

ก. โยนลูกบาสเกตบอลด้วยแรงที่แตกต่างกันจากระดับเดียวกัน

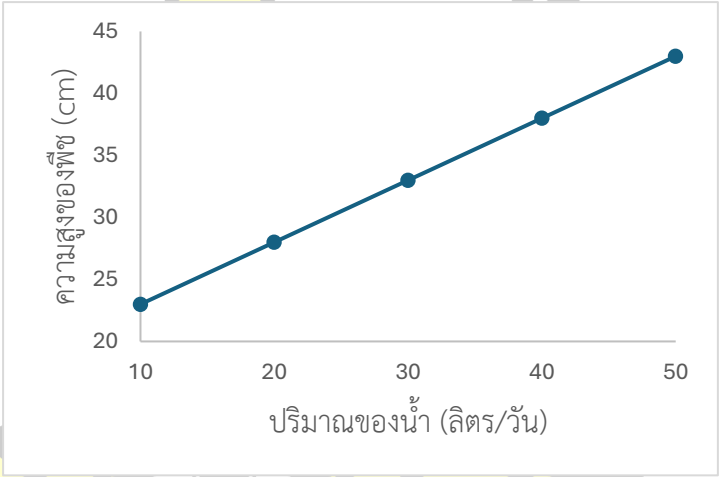
ข. โยนลูกบาสเกตบอลซึ่งบรรจุอากาศที่มีความดันแตกต่างกัน จากระดับเดียวกัน

ค. โยนลูกบาสเกตบอลซึ่งบรรจุอากาศที่มีความดันเท่ากันโดยทำมุมต่าง ๆ จากพื้นห้อง

ง. โยนลูกบาสเกตบอลซึ่งบรรจุอากาศที่มีความดันเท่ากันจากระดับความสูงที่แตกต่างกัน

- การตีความหมายข้อมูล

13. มนัสปลูกพืชชนิดเดียวกัน 5 แปลง แต่ละแปลงเขารดน้ำด้วยปริมาณที่แตกต่างกัน หลังจากนั้น 2 เดือนเขาวัดความสูงของพืชที่ปลูกไว้ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองแสดงในรูปของกราฟข้างล่าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการทดลองของมนัส คืออะไร



ก. การเพิ่มปริมาณของน้ำมีผลต่อความสูงของพืช

ข. การเพิ่มความสูงของพืชมีผลต่อการเพิ่มปริมาณของน้ำ

ค. การเพิ่มระยะเวลาที่ปลูกและปริมาณน้ำมีผลต่อความสูงของพืช

ง. การลดความสูงของพืชและระยะเวลาที่ปลูกมีผลต่อการลดปริมาณของน้ำ

ทิพย์อุบล ทิพเลิศ (2560) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวัดและประเมินความสามารถ และความชำนาญในการใช้การคิดเพื่อค้นหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการปฏิบัติงานให้เกิดผลสำเร็จตามที่ต้องการ ดังนั้นในการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรครอบคลุม 2 ส่วน คือ ทักษะทางสติปัญญา (เชาว์ปัญญา) และทักษะปฏิบัติ ดังนี้

ทักษะทางสติปัญญา หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการคิด ทั้งการคิดขั้นพื้นฐานและคิดขั้นสูง ตัวอย่าง ทักษะทางสติปัญญา มีดังนี้

1. การคิดช่วยในการสังเกตหรือรับรู้ข้อมูลต่างๆ

2. การคิดและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ การจำแนกประเภทการเปรียบเทียบ การแสดงการคิดช่วยในการสังเกตหรือรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ส่วนการคิดวิเคราะห์ ช่วยในการจำแนกประเภท ความสัมพันธ์

3. การคิดให้เหตุผลเพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบ เช่น การทดลองการคำนวณค่า หรือการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. การคิดเพื่อคาดคะเนผลลัพธ์ เช่น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน หรือการทำนายผลตามข้อมูลที่ได้จัดกระทำไว้

5. การคิดวางแผนวิธีการและขั้นตอนการทำงานด้วยการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การวางแผนกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่นการสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติงานหรือความชำนาญในการปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ตัวอย่างทักษะปฏิบัติ มีดังนี้

1. การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะหลายด้าน เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการวัด

3. การบันทึกผลการทดลองโดยนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำและนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภาพ แผนภูมิ หรือกราฟ

การวัดและประเมิน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การวัดและประเมินจากการถามตอบ หรือตอบปัญหา หมายถึง การวัดและประเมินจากการถามตอบหรือตอบปัญหา สามารถใช้เครื่องมือได้หลากหลาย ประเภท เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice) ข้อสอบแบบเขียนตอบ ในการทดสอบเพื่อวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นส่วนใหญ่จะนิยมใช้ข้อสอบ 2 ประเภท คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบและข้อสอบแบบเขียนตอบ ส่วนข้อสอบชนิดอื่นๆ เช่น แบบจับคู่ แบบข้อสอบถูกผิดนั้น ควรนำไปใช้เป็นแบบฝึกหัดหรือการทดสอบย่อย หรือใช้กระตุ้นผู้เรียนให้สนใจในวิชาที่สอน

2. การวัดและประเมินด้วยภาคปฏิบัติ หมายถึง การวัดและประเมินด้วยภาคปฏิบัติสามารถวัดได้ทั้งกระบวนการและผลงาน เช่น การสาธิต การทดลอง แบบวัดภาคปฏิบัตินี้ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนกิจกรรมการทดลอง ใช้วิธีวัดและประเมินกระบวนการทดลอง (Process) ส่วนการเขียนรายงานการทดลอง ใช้วิธีการวัดและประเมินผลงานหรือผลผลิต (Product) เครื่องมือที่ใช้เก็บ

ข้อมูล เช่น แบบทดสอบ ให้ปฏิบัติการ และแบบสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติโดยจะเน้นการสร้างสถานการณ์ หรือกำหนดให้ผู้เรียนแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ

จากการศึกษาสรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถกระทำได้หลากหลายวิธี เช่น การวัดโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ การวัดแบบทดสอบชนิดเขียนตอบ การสังเกตพฤติกรรมจากการทดลอง การสอบแบบปากเปล่า เป็นต้น ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice)

เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัย

พิมพ์ลภัส บัวศรี (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ตอน แต่ละตอนมีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ รวม 50 ข้อ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายและลงข้อสรุป และมีตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

ด้านที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1. “ มะนาวจะให้ผลดกถ้ารดน้ำ และใส่ปุ๋ยมากขึ้น” จากข้อความดังกล่าว สัมพันธ์กับข้อใด
   ก. จำนวนผลของมะนาวขึ้นกับปริมาณน้ำและปุ๋ย
   ข. ปริมาณน้ำและปุ๋ยเปลี่ยนไปตามจำนวนผลมะม่วง
   ค. ปริมาณปุ๋ย เปลี่ยนตามปริมาณน้ำและผลมะม่วง
   ง. ปริมาณน้ำ เปลี่ยนตามปริมาณปุ๋ยและผลมะม่วง

ที่มา: พิมพ์ลภัส บัวศรี (2560)

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการตั้งสมมติฐาน

ด้านที่ 2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

4. ข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า "ตัวนำยิ่งยวด" ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการทดลองการนำไฟฟ้า

ก. วัตถุใดๆ ที่ต้านทานการนำไฟฟ้าได้มาก

ข. วัตถุใดๆ ที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย

ค. วัตถุใดๆ ที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ยาก

ง. วัตถุใดๆ ต่อวงจรแล้วกระแสไฟฟ้าครบวงจร

ที่มา: พิมพ์ลภัส บัวศรี (2560)

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ด้านที่ 3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

5. การศึกษา "รูปทรงของภาชนะมีผลต่อปริมาณความร้อนที่ใช้ในการหุงต้ม" **ข้อใดคือตัวแปรตาม**

ก. สถานที่ทดลอง ข. ชนิดของเชื้อเพลิง

ค. รูปทรงของภาชนะ ง. ปริมาณความร้อน

ที่มา: พิมพ์ลภัส บัวศรี (2560)

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ด้านที่ 4 ทักษะการทดลอง

1. ในการทดลองเพื่อที่จะศึกษาว่า "แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช" ในการดำเนินการทดลอง นักเรียนเก็บข้อมูลในข้อใดซึ่งหมายถึงการเจริญเติบโตของพืช

ก. จำนวนใบที่เพิ่มขึ้น ข. โครงสร้างของใบ

ค. ความเข้มของสีเขียวบนใบ ง. ปริมาณแป้งที่สะสมอยู่ในใบ

ที่มา: พิมพ์ลภัส บัวศรี (2560)

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการทดลอง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ด้านที่ 5 ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

9. ชาวนาแก้ปัญหาปูนาระบาด โดยขุดดินฝั่งตุ่มดักปูนา แทนการใช้ปุ๋ยฆ่าปูนาทำให้เกิดผลดีต่อระบบนิเวศอย่างไร

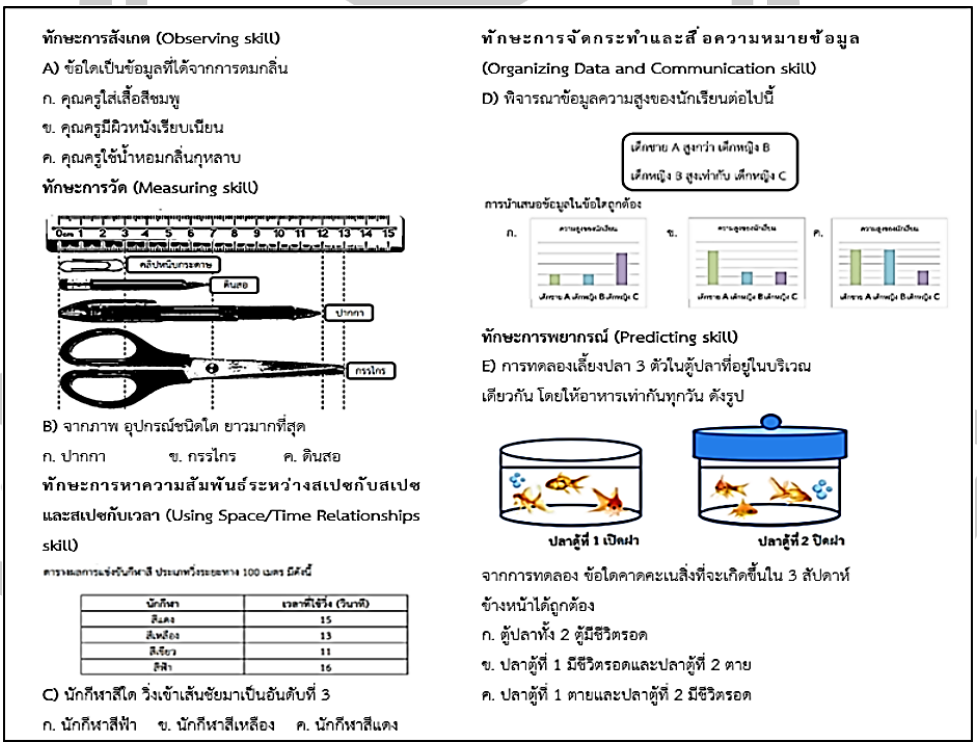
ก. ช่วยรักษาสมดุลธรรมชาติ ข. ไม่ทำให้เกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อม

ค. ห่วงโซ่อาหารยังดำเนินไปตามปกติ ง. สามารถกำจัดปูนาได้จำนวนมาก

ที่มา: พิมพ์ลภัส บัวศรี (2560)

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างข้อสอบทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

ณัฐพล อยู่เป็นสุข และนฤมล หลายประเสริฐพร (2566) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) เป็นแบบทดสอบปรนัยมีลักษณะเป็นเชิงสถานการณ์ 3 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 40 ข้อ และมีตัวอย่างข้อสอบดังนี้



ทักษะการสังเกต (Observing skill)

A) ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการดมกลิ่น

ก. คุณครูใส่เสื้อสีชมพู

ข. คุณครูมีผิวหนังเรียบเนียน

ค. คุณครูใช้น้ำหอมกลิ่นกุหลาบ

ทักษะการวัด (Measuring skill)

B) จากภาพ อุปกรณ์ชนิดใด ยาวมากที่สุด

ก. ปากกา ข. กรรไกร ค. ดินสอ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationships skill)

การวางแผนการแข่งขันกีฬาสี ประเภทวิ่งระยะทาง 100 เมตร มีดังนี้

นักกีฬา	เวลาที่ใช้วิ่ง (วินาที)
สีแดง	15
สีเหลือง	13
สีเขียว	11
สีฟ้า	16

C) นักกีฬาสีใด วิ่งเข้าเส้นชัยมาเป็นอันดับที่ 3

ก. นักกีฬาสีฟ้า ข. นักกีฬาสีเหลือง ค. นักกีฬาสีแดง

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication skill)

D) พิจารณาข้อมูลความสูงของนักเรียนต่อไปนี้

เด็กชาย A สูงกว่า เด็กหญิง B

เด็กหญิง B สูงเท่ากับ เด็กหญิง C

การนำเสนอข้อมูลในข้อใดถูกต้อง

ก.

ข.

ค.

ทักษะการพยากรณ์ (Predicting skill)

E) การทดลองเลี้ยงปลา 3 ตัวในตู้ปลาที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยให้อาหารเท่ากันทุกวัน ดังรูป

ปลาตู้ที่ 1 เปิดฝา **ปลาตู้ที่ 2 ปิดฝา**

จากการทดลอง ข้อใดคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นใน 3 สัปดาห์ข้างหน้าได้ถูกต้อง

ก. ตู้ปลาทั้ง 2 ตู้มีชีวิตรอด

ข. ปลาตู้ที่ 1 มีชีวิตรอดและปลาตู้ที่ 2 ตาย

ค. ปลาตู้ที่ 1 ตายและปลาตู้ที่ 2 มีชีวิตรอด

ที่มา: ณัฐพล อยู่เป็นสุข และนฤมล หลายประเสริฐพร (2566)

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

พรทิพย์ สังเกต (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และมีตัวอย่างข้อสอบดังนี้

15. เมื่อนำแก๊ส N_2O_5 ไปละลายในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง N_2O_5 จะ สลายตัวดังสมการ $2N_2O_5(g) \longrightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ ถ้า NO_2 ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดหนึ่ง แต่ O_2 ไม่ละลาย เราจะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ได้ด้วยวิธีใด

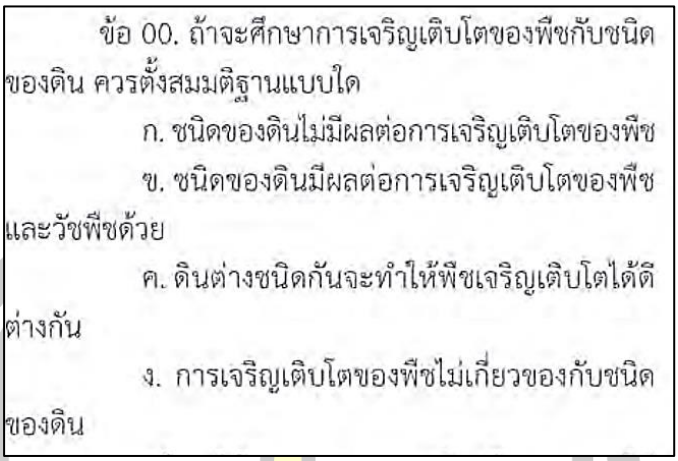
ก. การวัดปริมาตรของแก๊ส O_2 ที่เกิดขึ้น
ข. การวัดความดันของแก๊ส O_2 ที่เกิดขึ้น
ค. การวัดการนำไฟฟ้าของสารละลาย
ง. การวัดความเข้มข้นของสารละลาย

ที่มา: พรทิพย์ สังเกต (2564)

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธีร์นวัช นันตา และสุทธิดา จำรัส (2565) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการเรียนรู้แบบบริการสังคมร่วมกับการทดลอง มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบบริการสังคมร่วมกับการทดลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะกำหนดตัวแปร ทักษะการตีความหมายข้อมูล ทักษะการลงข้อสรุป และทักษะการทดลอง

ฐิรนันท์ เทพจิตร์ และคณะ (2566) ได้ทำวิจัยเรื่อง การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วิชาการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วิชาการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วิชาการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งการเขียนข้อคำถามได้แสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้



ข้อ 00. ถ้าจะศึกษาการเจริญเติบโตของพืชกับชนิดของดิน ควรตั้งสมมติฐานแบบใด

ก. ชนิดของดินไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ข. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและวัชพืชด้วย

ค. ดินต่างชนิดกันจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีต่างกัน

ง. การเจริญเติบโตของพืชไม่เกี่ยวของกับชนิดของดิน

ที่มา: ฐิรนันท์ เทพจิตร์ และคณะ (2566)

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

จากการศึกษาสรุปได้ว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก หรือ 4 ตัวเลือก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551) ได้กำหนดความสามารถที่แสดงวาเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วมี ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1.1 ทักษะการสังเกต ความสามารถที่แสดงวาเกิดทักษะแลว ได้แก่

1.1.1 ชี้บ่งและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพโดยใชประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน

1.1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณได้

1.1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

1.2 ทักษะการวัด

1.2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ตองการวัด

1.2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

1.2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกตอง

1.2.4 วัดปริมาณต่าง ๆ เชน ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ได้อย่างถูกต้อง

1.2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้

1.3 ทักษะการจำแนกประเภท

1.3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

1.3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

1.3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

1.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา

1.4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

1.4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

1.4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

1.4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ ได้แก่

- ระบุรูปทรง 3 มิติที่เห็นจากการหมุนรูป 2 มิติ
- เมื่อเห็นเงารูป 2 มิติ ของวัตถุแล้ว สามารถบอกรูปทรง 3 มิติของวัตถุต้นกำเนิดของเงาได้
- เมื่อเห็นวัตถุรูปทรง 3 มิติ สามารถบอกเงา 2 มิติ ที่จะเกิดขึ้นได้
- บอกรูปของรอยตัด 2 มิติที่เกิดขึ้นจากตัดวัตถุรูปทรง 3 มิติออกเป็น 2 ส่วนได้

1.4.5 บอกตำแหนงหรือทิศทางของวัตถุใด ๆ ได้

1.4.6 บอกทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างวัตถุหนึ่งกับวัตถุอื่นได้

1.4.7 บอกความสัมพันธ์ธของสิ่งที่อยู่หนากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกวาเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได

1.4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหนงที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

1.4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

1.5 ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ

1.5.1 สามารถนับจำนวนของหรือเหตุการณได้อย่างถูกตองและใชตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

1.5.2 บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้อย่างถูกตอง และแสดงวิธีคำนวณได้

1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1.6.1 เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

1.6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลได้

1.6.3 ออกแบบการนำเสนอขอมูลตามรูปแบบที่เลือกได้

1.6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใด ๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

1.6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

1.7.1 อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

1.8 ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์

1.8.1 การพยากรณทั่วไป: ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

1.8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ: ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ และทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

2.1.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู และประสบการณเดิม

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.2.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำศัพทหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่สามารถสังเกตและวัดได้

2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.3.1 ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรตน ตัวแปรตาม และ ตัวแปรที่ตองควบคุม (control variable) ได้

2.4 ทักษะการทดลอง

2.4.1 กำหนดตัวแปรตน ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

2.4.2 วางแผนการทดลอง โดยระบุขั้นตอน อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ต้องใช้ได้

2.4.3 ปฏิบัติการตามแผนที่วางไวได้จนสำเร็จ

2.4.4 บันทึกผลการทดลองที่ได้อย่างถูกตองและเที่ยงตรง

2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงขอสรุป

2.5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2.5.2 สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองและเปรียบเทียบกับข้อมูลของผู้อื่นได้

จากการศึกษาสรุปได้ว่าความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลากหลายวิธี ทั้งนี้ควรพิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือและพฤติกรรมชี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดและประเมินเป็นสำคัญ ผู้วิจัยจึงได้มีการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ในหน่วยที่ 4 เรื่อง โมลและสูตรเคมี จากการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้วัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการใช้จำนวน 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ 3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

กลวิธี STAR

ความเป็นมาของกลวิธี STAR

Nagel, Schumaker and Deshler (1986) ได้กล่าวว่า กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) คือ การออกแบบเพื่อช่วยพฤติกรรมของนักเรียนดีขึ้นในสถานการณ์ทดสอบ บทบาทของกลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น ได้แก่

1. นักเรียนสามารถลงข้อความเอกลักษณ์ของข้อมูลในหนังสือเรียนของเขา
2. นักเรียนสามารถตั้งหัวข้อที่เหมาะสมหรือแบ่งประเภทสำหรับแต่ละข้อความ
3. นักเรียนสามารถเลือกกลไกที่ช่วยในการจดจำสำหรับแต่ละข้อความของเรื่อง
4. นักเรียนสามารถจดจำแต่ละข้อความ

Ehren (2005) ได้กล่าวว่า กลวิธีการใช้ตัวอักษร (letter) โดยการจำชื่อย่อซึ่งเกิดจากอักษรต้นของชื่อเต็มผสมกัน เช่น กลวิธี STAR ซึ่งเกิดจาก Search Translate Answer Review เป็นการสอนในรูปแบบหนึ่งที่ช่วยในการพัฒนาความจำซึ่งเป็นกลวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ระบบความจำของนักเรียนดีขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลใหม่เพิ่มเติม ซึ่งกลวิธีนี้สามารถใช้ได้ทุกระดับความสามารถและทุกระดับชั้น

Oas, Schumaker and Deshler (2011) ได้เสนอแนะเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาว่า กลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกช่วยในการจำ ออกแบบมาเพื่อช่วยจำแนกข้อมูลที่สำคัญต่อการเรียนจำแนกรายละเอียด และจดจำรายละเอียดแต่ละขั้นโดยใช้เครื่องช่วยจำ คือ ตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้น

ปัญญาพร ภาสอน และคณะ (2561) กล่าวถึง การสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นการแก้โจทย์ปัญหา (First Letter Mnemonic

Strategy) ของกลวิธี STAR เป็นกลวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนระลึกถึง อักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น ช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ ที่รู้จักคุ้นเคยและสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดี ซึ่งแมคคินิ (Maccini, 1998) พัฒนาขึ้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่ากลวิธี STAR พัฒนามาจากกลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ช่วยพฤติกรรมของนักเรียนดีขึ้นในสถานการณ์ทดสอบเพื่อให้นักเรียนได้จดจำและพัฒนาความจำ โดยการระลึกถึงตัวอักษรตัวแรกของชื่อแต่ละขั้นตอนนั้น ๆ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธี STAR

Bruner (1966) ได้ให้ความสนใจในเรื่องพัฒนาการของความสามารถรับรู้และเข้าใจของเด็ก โดย Bruner ต้องการพัฒนาการจัดโครงสร้างของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน ดังนั้น Bruner จึงได้เสนอทฤษฎีการสอน (Theory of Instruction) ขึ้นมา ในการทำความเข้าใจทฤษฎีการสอนของ Bruner จำเป็นจะต้องเข้าใจปัจจัย 3 ประการที่สัมพันธ์กัน คือ

1. วิธีการสอน (modes of learning) Bruner เชื่อว่าการเรียนรู้สามารถเกิดได้ 3 วิธี

1.1 ขั้นการกระทำ (Enactive stage) เด็กจะเรียนรู้และเข้าใจสิ่งแวดล้อมโดยผ่านการกระทำหรือการลงมือปฏิบัติ เช่น การสัมผัส การเคลื่อนไหว เป็นต้น การเรียนรู้ในขั้นนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถด้านการเคลื่อนไหว การเต้นรำ และการใช้ร่างกายหรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการแสดงออกซึ่งความรู้ของตน

1.2 ขั้นจินตนาการ (Iconic stage) เด็กจะเรียนรู้ผ่านการมองรูปภาพ หรือตัวแบบ เด็กเริ่มพัฒนาวิธีการจำโดยการใช้จินตนาการมากขึ้น ความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวของเด็กจะ ขึ้นอยู่กับการรับรู้โดยการใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าการใช้ภาษา เช่น เสียงดัง ความสว่าง เป็นต้น การเรียนรู้ในขั้นนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเรียนหรือการแสดงออกผ่านงานศิลปะ ซึ่งต้องใช้สายตาและมิติสัมพันธ์

1.3 ขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic stage) เด็กจะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยผ่านระบบสัญลักษณ์ เช่น ภาษาพูด ภาษาเขียน และการจัดลำดับ รวมตลอดถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะช่วยให้เด็กเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้น การเรียนรู้ในระบบโรงเรียนโดยส่วนใหญ่และการประเมินผล จะให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ในขั้นนี้มากกว่าขั้นอื่น ๆ ข้างต้นอย่างไรก็ตาม Bruner มีความเชื่อว่าเด็กสามารถเรียนรู้วิชาใดก็ได้ไม่ว่าจะอยู่ในระดับชั้นใด ทั้งนี้โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าครูต้องสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงขั้นพัฒนาการเรียนรู้ทั้งสามขั้น ไม่เน้นเฉพาะขั้นใดขั้นหนึ่งเพียงขั้นเดียว เช่น ในการสอนเรื่อง ความสามัคคี ครูอาจให้เด็กวาดรูป

หรือทำกิจกรรมศิลปะในรูปแบบอื่น ๆ เพื่ออธิบายความหมายของคำ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กซึ่งไม่มีความถนัดทางด้านการใช้ภาษาได้แสดงออกซึ่งความคิดเห็น และความรู้ของตน

2. การจำแนกประเภท (classifications)

การจัดจำแนกประเภท คือ กระบวนการของการจัดระบบและบูรณาการข้อมูลหนึ่งเข้ากับข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้เรียนรู้ไปก่อนแล้ว ความสามารถในการจัดจำแนกประเภทสำคัญต่อการรับข้อมูลจำนวนมากที่ผ่านเข้ามาให้เราต้องเรียนรู้ การที่เราสามารถจัดจำแนกประเภทได้จะช่วยให้เรารับรู้สิ่งใหม่ นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

3. หลักการสอน (principles of instruction) Bruner ได้เสนอหลักการเกี่ยวกับการสอนไว้ดังนี้

3.1 หลักการของการจูงใจ (motivation) การเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับความพร้อมและแนวโน้มที่ผู้เรียนมีท่าที่ต่อการเรียนรู้ Bruner ให้ความเห็นว่าธรรมชาติของเด็กมีความอยากรู้อยากเห็นอยู่แล้ว ผู้สอนควรใช้ธรรมชาตินี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

3.2 หลักของโครงสร้าง (Structure) หลักการนี้เน้นว่าการเรียนรู้สามารถเพิ่มพูนได้โดยการเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับระดับสติปัญญา และระดับความเข้าใจของเด็ก หลักการนี้ชี้ให้เห็นว่าครูควรต้องย้ำให้เห็นความสัมพันธ์ที่มีความหมายระหว่างสิ่งที่เด็กจะต้องเรียนกับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว

3.3 หลักของการเรียงลำดับ (sequence) ลำดับของเนื้อหามีอิทธิพลอย่างมากต่อการเรียนรู้ว่าจะเกิดได้ง่ายหรือยากแค่ไหน ในการเรียงลำดับนี้จะจัดลำดับระหว่างหน่วยย่อยและหน่วยใหญ่ของสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ภายในเนื้อหาหนึ่ง ๆ ของวิชาเดียวกันโดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการ

3.4 หลักของการเสริมแรง (self-reinforcement) ซึ่งก่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ผู้เรียนและมีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมภายหลังของผู้เรียนได้ ในการเสริมแรงผู้เรียนทำได้หลายวิธี เช่น การประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน คำชม แนะนำ ครูควรให้การเสริมแรงทันทีในแล้วขั้นต้นของการเรียนรู้หลังจากนั้นค่อยลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่อผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในการทำงาน

Gagnon & Krezmien (2011) กล่าวว่าการใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อกึ่งรูปธรรม สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ในขั้นที่ 2 ของกลวิธี STAR นั้น พัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของ Bruner ที่เน้นการสอนให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้โครงสร้างของความรู้ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมนั้นสอดคล้องกับขั้นการกระทำ (Enactive mode) สื่อกึ่งรูปธรรมสอดคล้องกับขั้นจินตนาการ (Iconic mode) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมสอดคล้องกับขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ของ Bruner

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ในขั้นที่ 2 การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์โดยอาจเลือกใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงหรือสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมและสอดคล้องกับขั้นการเรียนรู้ของทฤษฎี Bruner คือขั้นการกระทำ (Enactive mode) ขั้นจินตนาการ (Iconic mode) และขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ตามลำดับ

ขั้นตอนของกลวิธี STAR

Nagel, Schumaker and Deshler (1986) ได้อธิบายวิธีการดำเนินการสอนได้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียนและบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการวัดทักษะของนักเรียนโดยพิจารณาการสร้างข้อความเพื่อจุดจำและทำให้นึกถึงข้อมูลเหล่านั้น เพื่อจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy)

ขั้นที่ 2 อธิบาย โดยให้นักเรียนแบ่งปันการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ให้นักเรียนได้อธิบายสำหรับลักษณะโดยรวมของสถานการณ์ที่ต้องใช้กลวิธีในการนำมาใช้ ให้อธิบายถึงประโยชน์ที่นักเรียนได้ความรู้มากขึ้นในการใช้กลวิธีนี้ อธิบายขั้นตอนสำหรับการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการจดจำข้อความ

ขั้นที่ 3 ยกตัวอย่าง ให้นักเรียนสาธิตการสร้างข้อความอย่างไร ออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการจดจำ และการจดจำข้อมูลจากข้อความ

ขั้นที่ 4 การระบุตัวอักษร เพื่อความแน่ใจนักเรียนสามารถตรวจสอบด้วยตัวเขาเองตามขั้นตอนกลวิธีการจำตัวอักษรแรกของลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy)

ขั้นที่ 5 การตอบสนองและวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ สอนนักเรียนถึงการปฏิบัติ 5 ขั้นตอนสำหรับการสร้างเครื่องช่วยจดจำ และ 4 ใน 5 ขั้นตอนสำหรับการสร้างและการจดจำข้อความที่ครอบคลุม เราเรียกว่าการกระตุ้นการตรวจสอบ

ขั้นที่ 6 การตอบสนองและการปฏิบัติตามระดับชั้น ความเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนของคุณเข้าใจชำนาญในการใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) เพื่อศึกษาสำหรับการทดสอบในชั้นเรียนที่สำคัญ

ขั้นที่ 7 พูดคุยสิ่งที่ประสบความสำเร็จถึงจุดประสงค์และทดสอบหลังเรียน การวัดทักษะของนักเรียนโดยพิจารณาการสร้างข้อความเพื่อการจดจำและการนึกถึงข้อมูลในข้อความนั้น การประสบความสำเร็จในจุดประสงค์ของนักเรียนที่ใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) เพื่อศึกษาสำหรับแบบทดสอบในวิชาที่ปฏิบัติได้

ขั้นที่ 8 การลงความเห็น

Maccini (1998) ได้พัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR (STAR strategy steps) เป็นกลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกที่ ช่วยให้นักเรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น กลวิธีนี้แนะนำให้นักเรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอน 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

Maccini and Gagnon (2006) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

1. ก่อนที่จะเข้าสู่บทเรียน ครูควรมีการทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูทักษะพื้นฐานและสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์

2. ครูแนะนำและอธิบายขั้นตอนของวิธี STAR ที่ใช้ในการสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา รวมทั้งเหตุผลที่ใช้กลยุทธ์ในการเรียนการสอนให้นักเรียน

3. ครูให้นักเรียนจำขั้นตอนของกลยุทธ์เพื่อสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

นุตริยา จิตตารมย์ (2548) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the Word Problem) เป็นขั้นของการศึกษาโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน แล้วถามคำถามต่อตนเองว่ารู้ข้อเท็จจริงอะไรบ้างจากโจทย์ปัญหา “โจทย์ต้องการให้หาอะไร” ผู้สอนสามารถใช้วิธีการคิดออกเสียงในขณะแนะนำโจทย์แก่นักเรียน จากนั้นค่อย ๆ ลดบทบาทตัวเองเพื่อให้นักเรียนตอบข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 T (Translate the Problem) การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ดังนี้

1. สื่อทีเป็นรูปธรรม (Concrete Application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

2. สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete Application: S) วาดรูปภาพแผนภาพหรือเขียนตารางแสดงความหมาย

3. สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract Application: A) นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพนธ์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ทั้งนี้จะใช้ครบทั้ง 3 ประเภทหรือไม่ก็ได้ แต่ต้องสามารถเขียนสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract Application) ได้ โดยในขั้นนี้ใช้ CSA แทนสื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าว ซึ่งผู้เรียนต้องเลือกตัวแปร และระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา ผู้สอนควรให้โอกาสนักเรียนในการฝึกกลวิธีใหม่ลดบทบาทตัวเองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ

ขั้นที่ 3 A (Answer the Problem) เป็นขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนหาคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้องของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R (Review the Solution) เป็นขั้นทบทวนคำตอบ ผู้เรียนอ่านโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่”จากนั้นตรวจสอบคำตอบ ในขั้นนี้ผู้สอนควรให้ผลย้อนกลับทางบวกโดยดูการปฏิบัติงานของนักเรียน เช่น เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการคำนวณ การนำเสนอผลการคำนวณ เป็นต้น และให้ผลย้อนกลับคำตอบที่ผิดพลาด ถ้านักเรียนหาคำตอบผิดพลาดมากอาจจะสอนใหม่แล้วให้แบบฝึกหัดที่คล้ายคลึงกับปัญหาเดิมและสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน

ปาจรีย์ เยาดำ (2553) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

1) ขั้น S : ศึกษาโจทย์ปัญหา โดยครูให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนและให้นักเรียนถามกับตัวเองว่า “นักเรียนรู้อะไรบ้าง” และ “โจทย์ต้องการให้หาอะไร” จากนั้นครูให้นักเรียนเขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

2) ขั้น T : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ โดยครูเลือกสื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม คือ การเลือกใช้วัตถุที่เป็นของจริง

สื่อการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง เช่น การวาดรูป หรือเขียนตาราง

สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม คือ การเขียนประโยคสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของโจทย์

3) ขั้น A : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ครูแสดงวิธีการหาคำตอบของสมการ โดยใช้การถามตอบประกอบการอธิบายหรือให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง

4) ขั้น R : ทบทวนคำตอบ ครูให้นักเรียนอ่านทบทวนโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง และให้นักเรียนถามตนเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

จากการศึกษาผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ซึ่งได้มาของกลวิธี STAR ดังตาราง 2

ตาราง 2 การสังเคราะห์ซึ่งการได้มาของกลวิธี STAR

Maccini (1998)	Maccini and Gagnon (2006)	ปาจรีย์ เยาดำ (2553)	ผู้วิจัย
ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา	1. ก่อนที่จะเข้าสู่บทเรียน ครูควรมีการทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูทักษะพื้นฐานและสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2. ครูแนะนำและอธิบายขั้นตอนของวิธี STAR ที่ใช้ในการสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา รวมทั้งเหตุผลที่ใช้กลยุทธ์ในการเรียนการสอนให้นักเรียน 3. ครูให้นักเรียนจำขั้นตอนของกลยุทธ์เพื่อสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้น ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา	1) ขั้น S : ศึกษาโจทย์ปัญหา โดยครูให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนและให้นักเรียนถามกับตัวเองว่า “นักเรียนรู้อะไรบ้าง” และ “โจทย์ต้องการให้หาอะไร” จากนั้นครูให้นักเรียนเขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์	ขั้นตอนของกลวิธี STAR การวิจัยครั้งนี้ ตัวอย่างโจทย์ปัญหา เช่น แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด ขั้นที่ 1 S การศึกษาโจทย์ปัญหาจากตัวอย่างโจทย์ให้แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล และโจทย์ให้หามวลและปริมาตรที่ STP
ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์	ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์	2) ขั้น T : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทาง	ขั้นที่ 2 T การแปลงโจทย์ปัญหาจากตัวอย่างโจทย์

ตาราง 2 (ต่อ)

Maccini (1998)	Maccini and Gagnon (2006)	ปาจรีย์ เยาดำ (2553)	ผู้วิจัย
		คณิตศาสตร์ โดยครูเลือกสื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้ คณิตศาสตร์ โดยครูเลือกสื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้ สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม คือ การเลือกใช้วัตถุที่เป็นของจริง สื่อการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง เช่น การวาดรูป หรือเขียนตารางสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม คือ การเขียนประโยคสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถทำเป็นตารางข้อความสัญลักษณ์หรือการวาดภาพได้แก่ 1. หามวล เปลี่ยนโมเลกุลเป็นโมล แล้วเปลี่ยนโมลเป็นมวล 2. หาปริมาตรที่ STP เมื่อทราบโมลแล้วเปลี่ยนโมลให้เป็นปริมาตรที่ STP
ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3) ขั้น A : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา แสดงวิธีการหาคำตอบของสมการ โดยใช้การถามตอบประกอบการอธิบายหรือให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง	ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา จากตัวอย่างโจทย์ ให้ดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้อง ได้แก่ การแสดงวิธีทำและการคำนวณ

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ	ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ	4) ขั้น R : ทบทวนคำตอบ ครูให้นักเรียนอ่านทบทวนโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง และให้นักเรียนถามตนเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหาหรือไม่	ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบจากตัวอย่างโจทย์ สามารถทบทวนซ้ำว่าคำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่

จากการศึกษาเรื่องแนวการใช้กลวิธี STAR ในการจัดการเรียนรู้ พบว่า โดยส่วนใหญ่แล้วกลวิธี STAR นิยมนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากกระบวนการขั้นตอนของกลวิธี STAR พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข การคิดคำนวณ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโดยอาศัยการจดจำอักษรตัวแรกของขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหา ถึงแม้ว่ากลวิธี STAR จะนิยมใช้ในรายวิชาคณิตศาสตร์แต่ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนของกลวิธี STAR นี้ไปประยุกต์ใช้ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง โมลและสูตรเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหรือการใช้จำนวน ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยศึกษามี 3 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการใช้จำนวน 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ 3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยทักษะการใช้จำนวน เป็นการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก การลบ การคูณ การหาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นความสามารถในการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR

Maccini and Gagnon (2006) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

1. กลวิธี STAR เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้นักเรียนจำกลวิธีที่สร้างรูปแบบถ้อยคำจากตัวอักษรตัวแรกของลำดับขั้น

2. ในแต่ละขั้นตอนของกลวิธี STAR มีการใช้ถ้อยคที่คุ้นเคย ง่าย สั้นกะทัดรัด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ เช่น อ่านปัญหาอย่างละเอียด เป็นต้น

3. กลวิธี STAR มีขั้นตอนที่เรียงลำดับอย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนลงมือแก้ปัญหาหาและนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ได้

4. ขั้นตอนของกลวิธี STAR จะกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านความรู้ เช่น ใช้การวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา เป็นต้น

5. ขั้นตอนของกลวิธี STAR จะกระตุ้นให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองใช้ความสามารถแก้ปัญหาได้เช่น ตรวจสอบคำตอบแล้วหรือไม่ เป็นต้น

Lenz et al. (1996 cited in Maccini & Gagnon, 2006) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของกลวิธี STAR ว่าเป็นกลวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก ซึ่งจะช่วยนักเรียนในการหาคำตอบและสรุปคำตอบ อีกทั้งช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในระยะเวลาที่จำกัด

จากการศึกษาสรุปได้ว่าลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR เป็นขั้นตอนที่เรียงลำดับง่าย กะทัดรัด คุ้นเคย เหมาะสม สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วสามารถแก้ปัญหาได้ ช่วยนักเรียนในการหาคำตอบ สรุปคำตอบ และช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในระยะเวลาที่จำกัด

บทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR

Maccini & Gagnon (2006) เสนอบทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ซึ่งแสดงไว้ดังตาราง 3

ตาราง 3 บทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR

ขั้นตอน	บทบาทของครู
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	ครูให้คำแนะนำกับนักเรียนโดยเชื่อมโยงทักษะที่ได้เรียนมาแล้วกับเนื้อหาใหม่ ระบุทักษะหรือเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน และให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่
ขั้นสอน • ขั้นที่ 1 S	เริ่มต้นปัญหาโดยการที่ครูคิดออกเสียงเพื่อเป็นต้นแบบให้นักเรียน เช่น อ่านโจทย์ปัญหาออก

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทของครู
• ขั้นที่ 2 T • ขั้นที่ 3 A • ขั้นที่ 4 S	เสียง แล้วตรวจสอบขั้นตอนโดยการทำเครื่องหมาย เพื่อเช็คตามลำดับในใบกิจกรรมตามกลวิธี STAR ดังนี้ ขั้นที่ 1 S การศึกษาโจทย์ปัญหา อ่านโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบและแยกแยะประเด็นของปัญหา โดยให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่ทราบจากโจทย์และโจทย์ต้องการให้หาอะไร ขั้นที่ 2 T การแปลงโจทย์ปัญหาไปสู่ตารางข้อความหรือการวาดภาพขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ
ขั้นสรุป	ครูให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมที่มีโจทย์หลากหลายมากขึ้น และชี้แนะตามขั้นตอน หลังจากนั้นครูจะลดบทบาทลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง และครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยไม่มีการชี้แนะจากครูเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ และครูตรวจสอบประสิทธิภาพของนักเรียนโดยดูการปฏิบัติงาน เช่น ความถูกต้องในการดำเนินงานของนักเรียน และตรวจสอบขั้นตอนที่นักเรียนส่วนใหญ่ผิดพลาด พร้อมทั้งให้คำแนะนำ หรือในกรณีที่จำเป็นให้แบบฝึกหัดที่คล้ายกับปัญหาเดิมเพื่อให้นักเรียนได้มีการฝึกฝน

ข้อควรพิจารณาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR

Miller (1996 cited in Maccini & Gagnon, 2006) กล่าวถึงข้อควรพิจารณาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ในชั้นเรียน ดังนี้

1. การเรียนรู้บุคลิกลักษณะของนักเรียนทั้งในด้านพื้นฐานด้านความรู้และพฤติกรรมการสอนโดยใช้กลวิธีควรตระหนักถึงบุคลิกลักษณะของนักเรียนแต่ละคน เช่น บางคนอาจจะชอบขีดเส้นเน้นข้อความในขณะอ่านโจทย์ออกเสียง ขณะที่บางคนอาจจะชอบอ่านโจทย์ในใจหรืออ่านเงียบ ๆ กระตุ้นนักเรียนให้ทำโจทย์ให้ประสบความสำเร็จเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน

2. กระตุ้นการใช้กลวิธีเป็นรายบุคคล ควรกระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะใช้กลวิธีในการหาคำตอบ ทำ ตามขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์

3. ประยุกต์การใช้งานทั่วไป เช่น ให้โจทย์ที่มีโครงสร้างเหมือนเดิมแต่มีเรื่องราวแตกต่างออกไป หรือให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนไปจากโจทย์ที่แก้ในขั้นตอนการสอนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนและสามารถประยุกต์ใช้กลวิธีในโจทย์ทั่ว ๆ ไปได้

จากการศึกษาสรุปได้ว่าข้อควรพิจารณาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR มีดังนี้ 1. ครูควรมีการกระตุ้นการใช้กลวิธีเป็นรายบุคคล 2. ครูควรรู้บุคลิกภาพของผู้เรียนทั้งด้านพื้นความรู้และพฤติกรรม 3. ครูควรมีการประยุกต์กลวิธีกับการใช้งานทั่วไป

การประยุกต์ใช้กลวิธี STAR ในการสอนของประเทศไทย

ในประเทศไทยมีนักวิจัยได้ทำการนำกลวิธี STAR มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ขอเสนอ 3 ท่าน ดังนี้

อังคณา อุทัยรัตน์ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้จัดกระบวนการการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว พร้อมยกตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยกลวิธี STAR พร้อมทั้งอธิบายแต่ละขั้นตอน

2. ขั้นสอน

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยมีจำนวนเท่า ๆ กัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันระดมสมองเพื่อช่วยกันหาคำตอบ และครูอธิบายตัวอย่างในใบกิจกรรม ใช้หลักการแก้ปัญหาโดยกลวิธี STAR ดังนี้

- ขั้นที่ 1 S การศึกษาโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 2 T การแปลงโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 A การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 4 R การทบทวนคำตอบ

3. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR จากการทำใบกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาโจทย์ปัญหา (Search the word problem : S)

ขั้นที่ 2 การแปลงโจทย์ (Translate the problem : T) โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

- สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S) วาดรูปภาพแผนภาพหรือเขียนตารางแสดงความหมาย

- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไปนำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (Answer the problem : A)

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (Review the solution : R)

วาสนา ปิ่นทอง (2563) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้จัดกระบวนการการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา

ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องลำดับ

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem)

ครูยกตัวอย่างโจทย์แล้วให้นักเรียนพิจารณา

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem)

ให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาโจทย์ โดยครูอธิบายการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ครูซักถามนักเรียนในขั้นตอนการหาคำตอบ และให้นักเรียนแต่ละคนฝึกทำโจทย์ โดยใช้หลักการแก้ปัญหากลวิธี STAR

ขั้นที่ 4 R (Review the solution)

ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยโจทย์ พร้อมทั้งร่วมกันซักถามตอบในประเด็นที่สงสัยจากจนเข้าใจ

สาลินี บุญสอน และคณะ (2565) ได้ศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้จัดกระบวนการการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูทบทวนโจทย์ผ่านแอพพลิเคชั่น จากนั้นใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดเห็นของนักเรียน

2. ขั้นสอน

นักเรียนพิจารณาโจทย์และอ่านโจทย์ ครูใช้การถามตอบเพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีทำโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

ตัวอย่าง เอกมีที่ดิน 1,250 ตารางวา แบ่งพื้นที่สำหรับปลูกข้าว 84% ของที่ดินทั้งหมด พื้นที่ที่เหลือใช้เลี้ยงปลา เอกมีพื้นที่สำหรับเลี้ยงปลากี่ตารางวา

- ขั้นที่ 1 S การศึกษาโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 2 T การแปลงโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 A การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 4 R การทบทวนคำตอบ

และครูให้นักเรียนทำใบงาน เมื่อเสร็จแล้วให้นักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงาน

3. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้ การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละโดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้กลวิธี STAR ในการสอนของประเทศไทย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กลวิธี STAR เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้กลวิธี STAR จะนิยมใช้ในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ แต่ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนของกลวิธี STAR มาประยุกต์ใช้ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สำหรับรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง โมลและสูตรเคมี โดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นสอน

กลวิธี STAR

- ขั้นที่ 1 S การศึกษาโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 2 T การแปลงโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 A การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา
- ขั้นที่ 4 R การทบทวนคำตอบ

ขั้นสรุป

แผนการจัดการเรียนรู้

ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ (2549) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการเตรียมการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษรโดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากวัตถุประสงค์ว่าจะให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา/เจตคติ/ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งเรียนรู้ใด และจะประเมินผลอย่างไร

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางการดำเนินการและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู หมายถึง เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใชสื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลที่สอดคลองกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนที่คาดหวังที่กำหนดไวในหลักสูตร

ดนุลดา จามจุรี (2564) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ข้อความที่อธิบายถึงความตั้งใจที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการ แผนการจัดการเรียนรู้จะมีประโยชน์อย่างมากในการแสดงความชัดเจนและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังช่วยให้มั่นใจได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้นจะมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

ดนิตา ดวงวิไล (2565) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนให้แก่ผู้เรียน โดยการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียนไปตามแนวทางที่หลักสูตรกำหนด การกำหนด

เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้การะงานและการวัดและประเมินผลอย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นเป็นตอนตามรูปแบบของเทคนิค วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

อพันตรี พูลพุทธา (2565) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง แนวทาง หรือการวางแผนในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้ผู้สอนได้เตรียมความพร้อมในการสอน ว่าจะสอนเนื้อหาใด มีจุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดอะไร จะใช้เทคนิคหรือรูปแบบการสอนใด สื่อการสอนประเภทไหน และจะวัดประเมินผลอย่างไรจึงจะตรวจสอบได้ว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจะทำให้การสอนมีความราบรื่น และผู้สอนท่านอื่นสามารถใช้สอนแทนได้ หากผู้สอนเกิดความจำเป็นไม่สามารถสอนในครั้งนั้น ๆ ได้

จากการศึกษาสรุปได้ว่าความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีจุดประสงค์การเรียนการสอน เนื้อหาสาระกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ การวัดและประเมินผล ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับจุดเน้นของหลักสูตร เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2549) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ไว้ ดังนี้ องค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ เกิดขึ้นจากความพยายามตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. สอนอะไร (หน่วย หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือสาระสำคัญ)
2. เพื่อจุดประสงค์อะไร (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)
3. ตัวสาระอะไร (โครงร่างเนื้อหา)
4. ใช้วิธีการใด (กิจกรรมการเรียนการสอน)
5. ใช้เครื่องมืออะไร (สื่อการเรียนการสอน)
6. ทราบได้อย่างไรว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ (วัดผลประเมินผล)

เพื่อตอบคำถามดังกล่าว จึงกำหนดให้แผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยที่สอนและสาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สาระการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
5. สื่อการเรียนการสอน
6. วัดผลประเมินผล

ดังนั้น ในการเขียนแผนการเรียนรู้จึงต้องเขียนให้ครบทุกหัวข้อดังกล่าว

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้ ส่วนประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้มีหลายรูปแบบอาจอยู่ในรูปของความเรียงหรือตาราง หรือทั้งความเรียงและตารางรวมกันก็ได้ดังตัวอย่างที่กล่าวมา ซึ่งผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบได้ตามความเหมาะสม จะเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ควรประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนนำหรือหัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นภาพรวมของแผนว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ใด เรื่องอะไร ใช้เวลาในการจัด กิจกรรมนานเท่าใด

ส่วนที่ 2 ตัวแผนการจัดการเรียนรู้ (องค์ประกอบที่สำคัญ)

1. สาระ
2. มาตรฐานการเรียนรู้
3. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. สาระสำคัญ
6. จุดประสงค์การเรียนรู้ประกอบด้วย
   - 6.1 จุดประสงค์ปลายทาง
   - 6.2 จุดประสงค์นำทาง
7. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา
8. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้
9. สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้
10. การวัดและประเมินผลประกอบด้วย
    - 10.1 วิธีการประเมิน
    - 10.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน
    - 10.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
11. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้
12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้สอนใช้บันทึกการสังเกตที่พบจากการนำแผนไปใช้เช่นปัญหาและแนวทางการแก้ไขกิจกรรมเสนอแนะ และข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในการนำไปใช้ต่อไป อีกส่วนหนึ่งของท้างแผนการจัดการเรียนรู้ไล้แก่ เอกสารประกอบการสอน ได้แก่ ใบงาน แบบทดสอบ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้น ๆ เป็นต้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังต่อไปนี้

ส่วนนำ : รายวิชา / กลุ่ม ชั้น ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หรือชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนเวลาที่สอน

1. มาตรฐานการเรียนรู้
2. ตัวชี้วัดชั้นปี
3. สาระสำคัญ
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. สาระการเรียนรู้
6. กิจกรรมการเรียนรู้
7. การวัดผลประเมินผล
8. สื่อและแหล่งเรียนรู้
9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

กุลิสรา จิตรชญาวณิช (2565) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้ องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในปัจจุบันมีหลายลักษณะด้วยกัน ขึ้นอยู่ที่การออกแบบของผู้สอนว่าจะเลือกใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใด โดยทั่วไป แผนการจัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาที่ผู้สอนนิยมใช้จะมีลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมือนกัน โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

1. หัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นรายละเอียดที่อยู่ด้านบนสุดของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเรียกว่าส่วนของหัวแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้
- ชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือชื่อวิชาที่สอน
- ชั้นที่สอน ภาคเรียนที่สอน ปีการศึกษาที่สอน
- ชื่อหน่วยการเรียนรู้
- ชื่อเรื่องหรือเนื้อหาที่สอน
- จำนวนชั่วโมงหรือคาบที่สอน
- วัน เดือน ปีที่สอน (มีหรือไม่มีก็ได้)
- ชื่อผู้สอน และโรงเรียนที่สอน (มีหรือไม่มีก็ได้)

2. ตัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1 มาตรฐานการเรียนรู้ หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนรู้และสามารถทำอะไรได้ตามที่กำหนดไว้มาตรฐานการเรียนรู้มี 2 ประเภท ได้แก่ มาตรฐานวิชาการ (Academic Standard) เป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้และเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถทำได้ในช่วงเวลาที่กำหนด และมาตรฐานการปฏิบัติ (Performance Standard) เป็นผลการปฏิบัติหรือระดับความสามารถที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออก ซึ่งแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้จะเขียนในลักษณะรวมกับมาตรฐานวิชาการหรือบางกลุ่มสาระจะเขียนแยกเฉพาะ เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 ตัวชี้วัด คือ สิ่งที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะเชิงนามธรรมหรือรูปธรรมที่สามารถวัดได้ ซึ่งการเขียนตัวชี้วัดจะระบุประเด็นที่สำคัญดังนี้ ระบุสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้และปฏิบัติได้ในแต่ละระดับชั้น มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และนำไปใช้กำหนดเนื้อหาสาระการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ และเป็นเกณฑ์สำหรับวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับหรือบรรลุผล ซึ่งมีทั้งด้านความรู้ (Knowledge) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินค่า ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมหรือทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่ต้องการวัดผู้เรียน และด้านเจตคติหรือคุณธรรมจริยธรรม (Atitude) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึก การเห็นคุณค่า และคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ในด้านต่าง ๆ สำหรับการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และนิยมเขียนขึ้นต้นด้วยคำกริยาซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ชัดเจน เช่น อ่าน เขียน พูด อธิบาย สาธิตออกแบบ การเขียนจุดประสงค์พยายามเขียนให้ครอบคลุมด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะกระบวนการ (Process) ด้านเจตคติหรือคุณลักษณะที่ที่ประสงค์ (Attitude) รวมทั้งเขียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ที่สอน

4. สาระสำคัญ หมายถึง แก่นของเรื่องหรือประเด็นหลักของเรื่องที่จะสอน เขียนให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาที่สอน และใช้ภาษาให้กระชับชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจง่าย

5. สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหา คือ รายละเอียดของเรื่องที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้มี 2 ลักษณะ คือ สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาที่เป็นข้อความรู้ทั่วไปและสาระการเรียนรู้อาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นตัวกำหนดมี 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ สาระความรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียน ด้านทักษะกระบวนการ คือ ทักษะที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ ทักนการทำงาน ทักษะการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึก และด้านเจตคติ คุณค่า คือ อารมณ์ความรู้สึกการเห็นประโยชน์ คุณค่าของเรื่องที่เรียน สำหรับการเขียนสาระการเรียนรู้ถ้ามีรายละเอียดเนื้อหามากควรเขียนเฉพาะหัวข้อเรื่อง ส่วนรายละเอียดให้ทำเป็นเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้หรือใบความรู้ให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง

6. กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการจัดการเรียนรู้ คือ สภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นเพื่อทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่เริ่มต้นจน สิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจจะใช้วิธีการจัดกิจกรรมได้หลากหลาย วิธีการและหลายขั้นตอนด้วยกัน แต่โดยทั่วไปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มักจะมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ขั้นด้วยกันดังต่อไปนี้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นเตรียมความพร้อม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอน มีการเตรียมความพร้อมผู้เรียนหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาที่สอนโดยใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่น่าสนใจ เช่น ใช้เพลง เกม และดูวีดีทัศน์

6.2 ขั้นการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำเสนอเนื้อหาที่สอนโดยใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ และให้ผู้เรียนได้มีโอกาสการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้อย่างเป็นระบบ

6.3 ขั้นสรุป เป็นการสรุปบทเรียนหรือเนื้อหาที่เรียนในแต่ละครั้ง โดยผู้สอนอาจจะเป็นผู้สรุปหรือผู้เรียนรวมกันสรุปก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน รวมทั้งเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

7. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดองค์ความรู้จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน โดยผู้สอนนำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น เกม เพลง ใบความรู้และเอกสารประกอบการสอน

8. การวัดผลและประเมินผล เป็นการวัดผลและประเมินผลความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนโดยจะต้องระบุวิธีวัดผล เครื่องมือวัดผล เกณฑ์การประเมินผลให้ชัดเจนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญดังนี้

8.1 การวัดผล (Measurement) เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การ สังเกต การสัมภาษณ์ การตรวจผลงาน การทดสอบ

8.2 การประเมินผล (Evaluation) เป็นการตัดสินสิ่งที่จะวัดโดยนำตัวเลขที่วัดได้มาเทียบกับเกณฑ์ในการตัดสินคุณค่าสิ่งที่วัด เช่น ผ่าน ไม่ผ่าน

8.3. เกณฑ์การประเมินผล เป็นการกำหนดเงื่อนไขของการวัดและประเมินผลที่ผู้เรียนจะผ่านเกณฑ์การวัดและประเมินผลในลักษณะเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพ

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ คือ การบันทึกผลที่เกิดขึ้นหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง โดยเป็นการบันทึกสรุปรายละเอียดข้อมูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบกับปัญหาและอุปสรรคหรือไม่

สุคนธ์ สินธพานนท์ (อ้างใน ดนิตา ดวงวิไล, 2565) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า อองค์ประกอบในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดวิชา และชื่อเรื่อง

2. การกำหนดผู้เรียนและชั้นเรียน

3. การกำหนดเวลาและจำนวนคาบ

4. การกำหนดความคิดรวบยอดหรือสาระสำคัญ

5. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

6. การกำหนดเนื้อหาวิชา

7. การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน

8. การกำหนดสื่อการเรียนการสอน

9. การกำหนดการวัดผลประเมินผล

อพันตรี พูลพุทธา (2565) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีแผนการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ แต่ละรูปแบบมีองค์ประกอบ ดังนี้

แบบที่ 1 แบบตารางหรือแนวการสอนตลอดภาคเรียน มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. สัปดาห์ที่/วันที่จัดการเรียนรู้ เป็นการระบุสัปดาห์ และหรือวัน เดือน ปีที่จัดการเรียนรู้ หากเป็นระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ใช้เวลาเรียน 20 สัปดาห์ ส่วนระดับอุดมศึกษา ใช้เวลาเรียน 15 สัปดาห์ (ไม่นับรวมการสอบปลายภาค)

2. เนื้อหา/ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการระบุเนื้อหาที่จะใช้สอน หรือชื่อแผนการจัดการ
เรียนรู้

3. ตัวชี้วัด เป็นการระบุสาระ มาตรฐาน ตัวชี้วัดของเนื้อหาที่สอน เช่น

ค 1.2 ป.1/3

ตัวแรก ค = คณิตศาสตร์

ตัวที่สอง 1 = สาระที่ 1

ตัวที่สาม 2 = มาตรฐานที่ 2

ตัวที่สี่ ป = ระดับชั้นประถมศึกษา

ตัวที่ห้า 1 = ชั้นปีที่ 1

ตัวที่หก 3 = ตัวชี้วัดที่ 3

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นเป้าหมายในการสอนในคาบหรือชั่วโมงการเรียนนั้น ๆ ลักษณะการเขียนให้เขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) ซึ่งเป็นจุดประสงค์ที่เขียนไว้เพื่อบอกให้ทราบว่าเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนแต่ละครั้ง แต่ละเรื่อง

แล้วผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมหรือการกระทำที่คาดหวังไว้ได้ ครูสามารถวัดหรือสังเกตพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นได้ในแต่ละระยะเวลาของการสอนแต่ละครั้ง ซึ่งมีระดับพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่

K (Knowledge) หรือตามแนวคิดของบลูมคือ ด้านพุทธิพิสัย เป็นการวัดความรู้ มี 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

P (Process) หรือตามแนวคิดของบลูมคือ ด้านทักษะพิสัย เป็นการวัดความสามารถทักษะ หรือกระบวนการ เน้นในการปฏิบัติ

A (Attribute) หรือตามแนวคิดของบลูมคือ ด้านจิตพิสัย เป็นการวัดพฤติกรรมความรู้สึกนึกคิด คุณลักษณะ คุณธรรมจริยธรรม

5. การจัดการเรียนรู้ เป็นรูปแบบ/เทคนิค/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูนำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียน ครู/นักวิจัยต้องออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้ เป็นสื่อการสอนที่นำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้

7. เครื่องมือวัดและประเมินผล เป็นการกำหนดเครื่องมือวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

8. เกณฑ์การให้คะแนน เป็นการกำหนดว่าเครื่องมือวัดและประเมินผล นักเรียนต้องมีคะแนนเท่าใดจึงจะผ่านเกณฑ์

แบบที่ 2 แบบไม่ใส่ตาราง มีองค์ประกอบดังนี้

1. ชื่อหน่วย ชื่อเนื้อหาที่จะสอน ชื่อระดับชั้นที่สอน เวลาการสอน ระบุชื่อผู้สอน

2. มาตรฐานตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

4. สาระสำคัญ ต้องเขียนให้สามารถบอกถึงเนื้อหา และแก่นของเนื้อหา มี 3 ส่วน ได้แก่ หลักการ คือแก่นของเนื้อหา, เนื้อหาสาระ คือ ชื่อหัวข้อเรื่องที่จะสอน และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ คือส่วนที่เป็นเป้าหมาย

5. รูปแบบ/เทคนิค/วิธีการจัดการเรียนรู้

6. สื่อการสอน

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการกำกับ ติดตาม ตรวจสอบ ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะทำให้ทราบถึงผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ว่าสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใด หากไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย ต้องมีการปรับเปลี่ยนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างไรบ้าง ประกอบด้วย 4 ส่วน

ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการประเมิน เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และเกณฑ์การให้คะแนน

8. บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ มี 3 ประการ ได้แก่ ผลการเรียนรู้ ปัญหาอุปสรรคข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

9. ภาคผนวก เป็นการใส่สื่อการสอนที่เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ หรือเครื่องมือในการวัดและประเมิน เช่น ใบความรู้ แบบฝึกหัด แบบทดสอบ เป็นต้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่าองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ ส่วนประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ มีหลายรูปแบบอาจอยู่ในรูปของความเรียง ตาราง และไม่ใช่ตาราง โดยสามารถสรุปได้ว่าส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้
2. มาตรฐาน/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. สาระสำคัญ
5. สาระการเรียนรู้
6. วิธีการจัดการเรียนรู้
7. สื่อการสอน
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
9. บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้
10. ภาคผนวก

ขั้นตอนการสร้างแผนการเรียนรู้

รุจิร์ ภู่สาระ (2545) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า

1. ทำความเข้าใจมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้รวมทั้ง แนวคิดและขอบเขตของกลุ่มสาระการเรียนรู้นี้มาเป็นกรอบในการทำแผนการจัดการเรียนรู้

2. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เป็นจุดประสงค์ปลายทางที่กล่าวถึงจุดประสงค์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์จากคำอธิบายรายวิชา

3. เขียนโครงสร้างของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด ได้แก่ หัวข้อย่อย (จากคำอธิบายรายวิชาและหนังสืออ้างอิง) จำนวนตามในแต่ละหัวข้อย่อยและสาระสำคัญที่เน้นความคิดรวบยอด/หลักการ/ทักษะ/ลักษณะนิสัย

4. สร้างแผนการเรียนรู้ รายละเอียดการเขียนในแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

4.1 สาระสำคัญ หมายถึง ข้อความที่เป็นแก่นสำคัญของเนื้อหา สาระ หลักการ ข้อเท็จจริงและแนวคิดต่าง ๆ ของเนื้อหาสาระในแผนการจัดเรียนรู้นั้น ต้องเขียนให้กระชับ อาจเป็นความเรียง หรือแยกเป็นข้อ ๆ ก็ได้ วิธีเขียนต้องเริ่มด้วยส่วนที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของเนื้อหาก่อน แล้วจึงตามด้วยรายละเอียดที่สำคัญของเรื่อง

4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนหลังการสอน อาจเขียนแยกเป็นจุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทางก็ได้

4.3 สาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้รายละเอียดที่เชื่อมโยงกับสาระสำคัญและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกจากจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแล้วยังต้องคำนึงถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้นั้น ๆ รวมทั้งทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้วย

4.5 สื่อ/แหล่งเรียนรู้ หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ผู้สอนนำมาเป็นเครื่องมือช่วยให้ความรู้นักเรียน

4.6 การวัดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบวาผู้เรียนบรรลุจุดประสงคการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ การประเมิน ใชวิธีการเครื่องมือ และเกณฑ์ที่หลากหลาย ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ทั้งนี้ให้วัดตรงตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นด้วยความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือและตรวจสอบได้

4.7 การบันทึกผลหลังสอน เป็นการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ควรบันทึกในประเด็นต่อไปนี้ ปัญหา เขียนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน วิธีแก้ปัญหา เสนอแนะหรือหาวิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและขอเสนอแนะเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ในเวลาปกติ

4.8 การประเมินองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความถูกต้องครอบคลุม ชัดเจน และสัมพันธ์กันหรือไม่เพียงใด

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรูไวว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รายปี หรือรายภาค และหน่วยการเรียนรู้ที่สถานศึกษาจัดทำขึ้น เพื่อประโยชน์ในการเขียนรายละเอียดของแต่ละหัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ เจตคติ และค่านิยม

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชน และท้องถิ่น

4. วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

5. วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

6. วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ให้เหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้

กุลิสรา จิตรชญาวณิช (2565) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดทำแผนการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดทำแผนการเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาหรือผู้สอนเป็นผู้จัดทำเพราะเป็นผู้ที่จะต้องนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติ ดังนั้น สถานศึกษาหรือผู้สอนจะต้องเป็นผู้วางแผนในการจัดทำแผนการเรียนรู้ โดยการจัดทำแผนการเรียนรู้อาจมีลำดับขั้นตอนที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้และรายละเอียดย่อยของเนื้อหา ที่จะนำมาทำเป็นแผนการจัดเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง

2. วิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชา เพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ เจตคติและค่านิยม

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหา โดยเลือกและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับ ผู้เรียน ชุมชนท้องถิ่น และคำนึงถึงประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับ

4. วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ หรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบทเรียน โดยกิจกรรมจะต้องมีความหลากหลายและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

5. วิเคราะห์กระบวนการวัดผลและประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดผลและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

6. วิเคราะห์สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียนให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้

อพันตรี พูลพุทธา (2565) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแผนการเรียนรู้ไว้ว่า จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย แล้วทำให้ผู้เรียนมีทักษะต่าง ๆ จึงขอเสนอขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. พิจารณาคำอธิบายรายวิชานั้น ๆ

2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ จากแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลลัพธ์การเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) ในหลักสูตรที่กำหนดไว้

3. กำหนดภาระงาน/ชิ้นงาน โดยผู้สอนต้องออกแบบในรายวิชาให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ สมรรถนะ หรือทักษะตามผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร จึงต้องกำหนดภาระงาน/ ชิ้นงาน ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

4. ออกวิธีการจัดการเรียนรู้ และผลิต/หาสื่อการสอน ผู้สอนต้องหารูปแบบ/เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้บรรลุตามจุดประสงค์ ผลลัพธ์การเรียนรู้ และสามารถสร้างงาน/ชิ้นงานตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 3 รวมทั้งผลิตหรือจัดหาสื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและวิธีการจัดการเรียนรู้

5. ออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผล ผู้สอนต้องออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผลที่เน้นตามสภาพจริง วัดให้ครอบคลุม เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรจุตามจุดประสงค์และผลลัพธ์การเรียนรู้

จากการศึกษาสรุปได้ว่าขั้นตอนการสร้างแผนการเรียนรู้ คือ ครูผู้สอนจะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มสาระ
2. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา
3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้
4. วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้หรือออกแบบการจัดการเรียนรู้
5. วิเคราะห์กระบวนการวัดประเมินผลหรือออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผล
6. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2550) ระบุวิธีการหาประสิทธิภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ ภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยจะมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากนวัตกรรม หรือแผนการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของผู้เรียนได้

2. ประสิทธิผลของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์ หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกคน

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะยกตัวอย่าง (E_1/E_2) = 80/80 ดังนี้

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คน ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด คือ 32 คน แต่ละคนได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80 (E_1) ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ผลการทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนทั้งหมด (40 คน) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) ดังนี้ สมมติว่านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 10 แสดงว่าแตกต่างจากคะแนนเต็ม (ร้อยละ 100) เท่ากับ 90 ถ้านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 แสดงว่าความแตกต่างของการสอบ 2 ครั้งนี้ (ก่อนเรียนกับหลังเรียน) เท่ากับ 85-10=75 ดังนั้น ค่าของ E_1 = (75/90)x100 = 83.33 % ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (E_2 = 80)

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่า สื่อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ต้องกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

ชวลิต ชูกำแพง (2553) ได้กล่าวว่า

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถ พัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้โดยมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นพัฒนาการของผู้เรียนได้โดยคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยคะแนนจากพฤติกรรมการเรียนหรือคะแนนจากกิจกรรม

การเข้ากลุ่ม (ไม่ใช้คะแนนการทำแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะ) ในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลหรือไม่บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใดซึ่งคำนวณจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคน

คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2564) ได้กล่าวไว้ว่า

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ ภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้ แล้วเก็บข้อมูลจากผลของการเรียนรู้ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยและส่วนที่เกิดจากจากพฤติกรรมการเรียนหรือจากกิจกรรมการเข้ากลุ่ม ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการใช้นวัตกรรมที่ผู้วิจัยระบุ เป็นต้น (ไม่ใช่คะแนนการทำแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะ) ในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\Sigma X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคน คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣY แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หมายเหตุ

1. ค่าของ $\frac{\frac{\Sigma X}{N}}{A}$ และ $\frac{\frac{\Sigma Y}{N}}{B}$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม เมื่อคูณด้วย 100 คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย

2. สูตรการหาค่า E_1 และ E_2 เป็นการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน(หรือประสิทธิภาพของแผนการสอน) ไม่ใช่ค่าสถิติ

จากที่กล่าวมาสามารถคำนวณได้ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้ แต่การที่จะสรุปว่าสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา โดยเกณฑ์ดังกล่าวนิยมใช้หลักการเรียนแบบรอบรู้ (Mastering Learning) คือตั้งเกณฑ์ไว้ที่ ร้อยละ 60 - 80 และยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 เช่น ตั้งเกณฑ์ไว้เท่ากับ 70/70 ดังนั้นต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 68.75 ส่วนค่าความสูงเกินร้อยละ 72.50 ก็เป็นเรื่องที่ดี ส่วนการเลือกเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรม ควรพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อนวัตกรรม สติปัญญาของกลุ่มผู้เรียน วุฒิภาวะของผู้เรียน และ วัตถุประสงค์ของการเรียน เป็นต้น โดยทั่วไปนวัตกรรมหรือสื่อการสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพต่ำกว่าการพัฒนาความรู้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาทักษะต้องใช้เวลามากกว่าเช่น สื่อหรือนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาความรู้อาจกำหนด E_1/E_2 เท่ากับ 75/75 ส่วนสื่อหรือนวัตกรรม ที่เน้นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ อาจกำหนด E_1/E_2 ที่ 70/70 เป็นต้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เพราะวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก มีความซับซ้อน ตามเกณฑ์ของคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ

ตามเกณฑ์ 70/70 โดยประสิทธิภาพด้านกระบวนการคำนวณจากคะแนนใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้ในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ได้จากการรวมคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

วาสนา ปิ่นทอง (2563) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 2. เพื่อทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t - test Dependent และ t - test one sample ผลการวิจัย พบว่า 1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.39/75.28 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 2. ผลทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ศิตาพร พิมพ์พันธุ์ และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ1) เปรียบเทียบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองสานแตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบที ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยมาศ บุดดาน้อย (2564) ได้ศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 75.20/74.96 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้

ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดลธิดา รัตนถาวร และคณะ (2565) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 2) ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จำนวน 44 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระจากกัน (t-test for dependent Samples) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ (t=8.522) 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR อยู่ในระดับสูง 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์ (2565) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาลินี บุญสอน และคณะ (2565) ได้ศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ75 5) ศึกษาระดับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 13 คน โรงเรียนบ้านพันษี ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test for One Sample ผลวิจัยพบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในขั้นที่ 2 และ 3 มีประสิทธิภาพ 93.31/85.00 และดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8098 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 80.98 และนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 85.00 และ 84.62 ตามลำดับ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

ชลลดา ทองคำ (2566) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หน่วยการเรียนรู้ ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านซำจำปา ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2564 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ปริมาตรและความจุ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความสามารถการในการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่าคะแนนพัฒนาการ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.02/79.09 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ณัฐพงศ์ วัฒนศิริพงษ์ และคณะ (2566) ได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต (GSP) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ก่อนหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนชลประทานอนุเคราะห์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระ ผลปรากฏว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใชกลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 83.35/80.30 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใชกลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฐริกา ลำเลิศ และคณะ (2566) ได้ศึกษาผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคำชะอีพิทยาคม จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสม เป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 75 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสม เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างในประเทศ

Peltier and Vannest (2016) ได้ศึกษาการใช้กลวิธี STAR เพื่อปรับปรุงแก้ปัญหาสามารถในการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์ โดยประเมินรายงานและข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 โดยทำการศึกษาจากจำนวน 10 คน ประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 5 คน มีพฤติกรรมบกพร่องด้านสุขภาพ (OHI) และนักเรียนจำนวน 5 คน มีความบกพร่องในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (MLD) หรือความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรม (EBD) ในการวิจัยได้ใช้การเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม - นามธรรม (CRA) เพื่อช่วยนักเรียนในการทำความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับวิธีใช้กลวิธี STAR เพื่อให้นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม - นามธรรม (CRA) ร่วมกับกลวิธี STAR ใน นักเรียนกลุ่มความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรม (EBD) ช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระและประสบผลสำเร็จมากขึ้น และมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เข้าใจง่ายขึ้นและรับรู้เข้าใจถึง ลักษณะของปัญหาที่แตกต่างกัน

Jana and Natalia (2018) ได้ศึกษาการนำกลวิธี STAR มาใช้เพื่อพัฒนาคลังคำศัพท์ของนักเรียน พื้นหลังของการศึกษานี้เกิดจากการขาดแคลนคำศัพท์ของนักเรียน เนื่องจากขาดการฝึกฝนคำศัพท์ที่เหมาะสม ครูสอนนักเรียนโดยอิงจากหนังสือเรียนและเน้นให้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร ซึ่งไม่คำนึงถึงความเข้าใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย การศึกษานี้เกี่ยวกับการใช้กลวิธี STAR เพื่อพัฒนาคำศัพท์ของนักเรียน การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย (1) เพื่อค้นหาว่าการใช้กลวิธี STAR สามารถพัฒนาคำศัพท์ของนักเรียนได้อย่างไร (2) เพื่ออธิบายมุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้คำศัพท์ผ่านกลวิธี STAR การออกแบบการศึกษานี้เป็นวิธีการทดลองเบื้องต้น โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการทดสอบ (แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) และแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า การเชี่ยวชาญคำศัพท์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถเห็นได้จากผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนและการตอบรับที่ดีจากนักเรียน คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนคือ 22 และหลังเรียนคือ 73 สุดท้าย กลวิธี STAR สามารถนำไปใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพทางการสอนในการพัฒนาคำศัพท์ของนักเรียน

Ozkubat et al (2021) ได้ศึกษาผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษานี้มีความมุ่งหมายไปที่นักเรียนที่มีความผิดปกติเล็กน้อย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลกระทบของการแก้ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ดังนี้ การแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบขั้นตอนเดียว การได้มาซึ่งการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบขั้นตอนเดียวหลังจาก 1, 3 และ 5 สัปดาห์ และสรุปผลการปฏิบัติงานในการแก้ปัญหาผลการวิจัยเน้นย้ำถึงประสิทธิภาพของกลวิธี STAR สำหรับนักเรียนที่มีความผิดปกติเล็กน้อย เมื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบขั้นตอนเดียวแสดงว่าสิ่งเหล่านั้นผู้ที่ได้รับกลวิธีนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาเดียวกันใน 1, 3 และ 5 สัปดาห์ นอกจากนี้ นักเรียนยังถูกสังเกตให้สรุปผลการปฏิบัติงานด้านกลยุทธ์ของตนกับสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

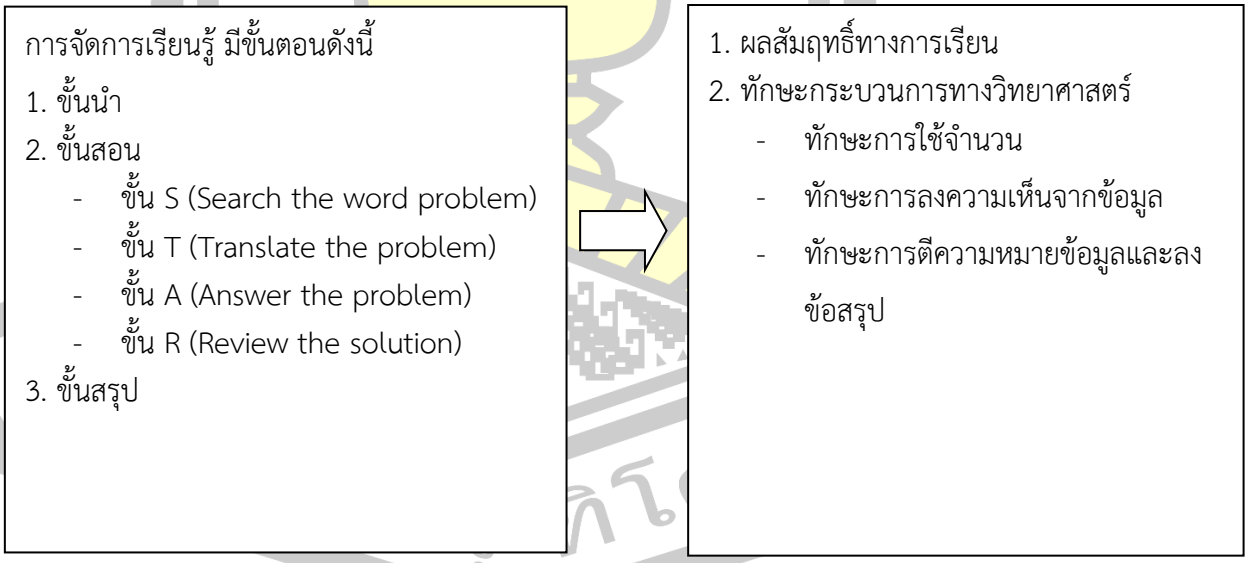
Shater and Shana (2023) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายคือการศึกษาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ระหว่างก่อนและหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีวิธี STAR การวิเคราะห์พฤติกรรม (ABA) ถูกใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการสำรวจเรื่องนี้ กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาได้เลือกจากโรงเรียนนานาชาติเอกชนในเมืองอัลไอน์ ในปีการศึกษา 2020-2021 การวิจัยมุ่งเน้นไปที่นักเรียน 2 คนที่ได้รับการพิจารณาว่ามีความสามารถทางวิชาการที่โดดเด่น จากผลการวิจัย พบว่านักเรียนรหัส G1 แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนรหัส G2 ในสภาวะพื้นฐานที่ 2 (A2) โดยนักเรียนรหัส G1 ทำได้ 93.33% และนักเรียนรหัส G2 ทำได้ 90% ซึ่งผลลัพธ์นี้มีความสอดคล้องตลอดการทดลองในสภาวะพื้นฐานที่ 1 (A1) ซึ่งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของทั้งสองคนอยู่ในระดับต่ำสุด นักเรียนรหัส G1 มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนรหัส G2 (83.3% เทียบกับ 81.5%) ในสภาวะแทรกแซง นักเรียนรหัส G1 ทำคะแนนได้ 88.75% ในขณะที่นักเรียนรหัส G2 ทำได้ 86.25% งานวิจัยนี้สรุปว่า การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการค้นหา (Search) การแปลงความหมาย (Translate) การตอบ (Answer) และการทบทวน (Review) มีประโยชน์ต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยวัดจากความไวต่อปัญหา (Problem Sensitivity) ความคล่องแคล่ว (Fluency) ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และการขยายความรู้ (Elaboration)

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการ

จัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้กระบวนการคิดและการหาเหตุผลในการหาคำตอบ โดยนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ผู้วิจัยหลายท่านจึงได้นำการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR มาช่วยในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ผลการศึกษาออกมาเป็นที่น่าพอใจ สามารถนำไปใช้ในบริบทของการศึกษาไทยได้จริง

กรอบแนวคิดวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป โดยในขั้นสอนได้แทรกกลวิธี STAR ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาแล้วจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการใช้จำนวน ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งได้เขียนกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบที่ 9



ภาพประกอบ 9 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยกึ่งทดลอง มีลำดับการนำเสนอดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนวิจัยการออกแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre - experimental Designs) รูปแบบการวิจัยการทดลองกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The Single Group,Pretest - Posttest Design) (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 แบบแผนการวิจัย The Single Group,Pretest - Posttest Design

การทดลอง	การวัดผลก่อนการทดลอง	การจัดกระทำตามการทดลอง	การวัดผลหลังการทดลอง
Ex	T1	X	T2

จากแบบแผนการวิจัยสัญลักษณ์ที่ใช้ รายละเอียดดังนี้

Ex หมายถึง การทดลอง

T1 หมายถึง การวัดผลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

T2 หมายถึง การวัดผลหลังการทดลอง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม แผนการเรียนวิทย์ - คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน 119 คน

กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม แผนการเรียนวิทย์ - คณิต จำนวน 40 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยโรงเรียนได้จัดให้แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนคละความสามารถทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์ จำนวน 2 ชั่วโมง

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย จำนวน 1 ชั่วโมง

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสารจำนวน 2 ชั่วโมง

4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสาร จำนวน 1 ชั่วโมง

5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP จำนวน 2 ชั่วโมง

6) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP จำนวน 1 ชั่วโมง

7) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่ จำนวน 2 ชั่วโมง

8) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ร้อยละโดยมวลของธาตุ จำนวน 1 ชั่วโมง

9) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง สูตรอย่างง่าย จำนวน 2 ชั่วโมง

10) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง สูตรโมเลกุลของสาร จำนวน 1 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) จำนวน 30 ข้อ ให้คะแนนแบบถูกให้ 1 คะแนน และผิดให้ 0 คะแนน

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) จำนวน 20 ข้อ ให้คะแนนแบบถูกให้ 1 คะแนน และผิดให้ 0 คะแนน โดยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการใช้จำนวน 7 ข้อ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 6 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 7 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมีจำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 15 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อให้ทราบรายละเอียดของเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1.2 ศึกษาเนื้อหารายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมลและสูตรเคมี พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนสารคามพิทยาคม

1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบกลวิธี STAR

1.4 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ มาตรฐาน/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และภาคผนวก

1.5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ซึ่งมีจำนวน 10 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง เพื่อนำไปกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 5

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เวลา (ชั่วโมง)
1. มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์	1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้ 2. คำนวณมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	- การใช้จำนวน	2
2. มวลอะตอมเฉลี่ย	1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ 2. คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	- การใช้จำนวน	1
3. ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสาร	1. อธิบายความหมายของโมลและเลขอาโวกาโดรได้ 2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสารได้	- การใช้จำนวน	2

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เวลา (ชั่วโมง)
4. ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสาร	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้ 2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสาร	- การใช้จำนวน	1
5. ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้ 2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	- การใช้จำนวน	2
6. ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	- การใช้จำนวน	1

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เวลา (ชั่วโมง)
6. ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP (ต่อ)	2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP		
7. กฎสัดส่วนคงที่	1. อธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้ 2. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลขององค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้	- การใช้จำนวน - การลงความเห็นจากข้อมูล - การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	2
8. ร้อยละโดยมวลของธาตุ	1. อธิบายความหมายของร้อยละโดยมวลของธาตุได้ 2. คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้	- การใช้จำนวน - การลงความเห็นจากข้อมูล - การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1
9. สูตรอย่างง่าย	1. อธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้	- การใช้จำนวน - การลงความเห็นจากข้อมูล	2

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เวลา (ชั่วโมง)
9. สูตรอย่างง่าย (ต่อ)	2. คำนวณสูตรอย่างง่าย จากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบได้	- การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	
10. สูตรโมเลกุลของสาร	1. อธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสารได้ 2. คำนวณสูตรโมเลกุลของสารจากสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุลของสารได้	- การใช้จำนวน - การลงความเห็นจากข้อมูล - การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1
	รวม		15

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบ และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และขอคำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขในประเด็นต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่ ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหาวิชาเคมี ประกอบด้วย

1.8.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

1.8.2 รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต การทดสอบและการวัดผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล

1.8.3 นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เคมีศึกษา หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.8.4 นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต เคมี ครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.8.5 นางขจรศรี กันทรมงคล วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เคมีศึกษา ครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.9 นำคะแนนมาประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบบกลวิธี STAR ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเพื่อเทียบกับเกณฑ์ความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์เป็นเกณฑ์แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2565)

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.10 นำผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นรายข้อเพื่อตัดสินคุณภาพด้านความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และแปลความหมายระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2565)

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.59 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยการกำหนดค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพและความเหมาะสม ตั้งแต่ 3.50 – 5.00 จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.58 ถึง 4.78 ซึ่งหมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดทุกแผน

1.11 นำแผนการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 จำนวน 40 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในช่วงเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ จากการไปทดลองใช้ (Try Out) พบว่า ข้อคำถามหรือโจทย์ยังไม่มีความชัดเจน เช่น ไม่ได้ใส่เลขยกกำลัง ผู้เรียนเกิดความไม่มั่นใจในการตอบ หรือยังมีผู้เรียนบางคนที่ไม่อ่านโจทย์ จะคอยถามครูผู้สอนอยู่เสมอ และบางเรื่องมีเนื้อหาค่อนข้างเยอะ ภายในระยะเวลาของการจัดการเรียนรู้ของคาบ 1 ชั่วโมง ทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ตามแบบแผนการจัดการเรียนรู้

1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว มาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ ครูผู้สอนต้องปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจน ในช่วงการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องกำชับให้ผู้เรียนอ่านโจทย์ให้ละเอียดถี่ถ้วน แล้ววิเคราะห์โจทย์ตามขั้นตอน และระยะเวลาในด้านการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องเตรียมเนื้อหาให้ดี เพื่อที่จะได้จัดการเรียนการสอนให้ทันตามเวลาที่กำหนด แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปจัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์เรื่อง โมลและสูตรเคมี ที่จัดด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบอิงเกณฑ์ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) คู่มือการวัดและประเมินผล

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ และวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2565 (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม, 2565) จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ดังตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์	1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวล อะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
มวลอะตอมเฉลี่ย		1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
มวลอะตอมเฉลี่ย (ต่อ)	1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวล อะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร (ต่อ)	2. คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสาร	2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรแก๊สที่ STP	1. อธิบายความหมายของโมลและเลขอาโวกาโดรได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและจำนวนอนุภาคของสารได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร	2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรแก๊สที่ STP (ต่อ)	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสารได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสารได้	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2
ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP		1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP (ต่อ)	2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรแก๊สที่ STP (ต่อ)	2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสารและปริมาตรของแก๊สที่ STP		1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสารและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	2	1	-		-	-	2	1

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาค ของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP (ต่อ)	2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรแก๊สที่ STP (ต่อ)	2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2
กฎสัดส่วนคงที่	3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่	1. อธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
กฎสัดส่วนคงที่ (ต่อ)	3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลขององค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ (ต่อ)	ของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้										
ร้อยละโดยมวลของธาตุ		1. อธิบายความหมายของร้อยละโดยมวลของธาตุได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
สูตรอย่างง่าย	4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร	1. อธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณสูตรอย่างง่ายจากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบได้	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
สูตรโมเลกุลของสาร	4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (ต่อ)	1. อธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสาร	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณสูตรโมเลกุลของสารจากสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุลของสารได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
รวม			8	4	12	6	18	12	12	8	50	30

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการจริง 30 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้อง

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้อง ประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 ไม่แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 แน่ใจว่าสร้างข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.6 วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตร IOC โดยข้อสอบแต่ข้อจะต้องมีค่าเฉลี่ยของความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 (อพันตรี พูลพุทธา, 2565) เป็นที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ ผลปรากฏว่าข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 จากผลการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ได้

2.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 35 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องโมลและสูตรเคมีมาแล้ว ในช่วงเดือนมกราคมเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.8 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์หาหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) คัดลอกข้อสอบให้ได้ 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (อพันตรี พูลพุทธา, 2565) ผลปรากฏว่าข้อสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 43 ข้อ ผู้วิจัยคัดไว้ใช้ 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.74 และอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.26 ถึง 0.88

2.9 จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett Method) (อพันตรี พูลพุทธา, 2564) ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.95

2.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านคุณภาพแล้ว เพื่อใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบอิงกลุ่ม เรื่อง โมลและสูตรเคมี ด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) คู่มือการวัดและประเมินผล วิธีสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง โมล และสูตรเคมี ประกอบด้วย 3 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการใช้จำนวน 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ 3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยมีโครงสร้างของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 7

ตาราง 7 โครงสร้างของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนข้อสอบ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	
	สร้างขึ้น	ใช้จริง
1. การใช้จำนวน	10	7
2. การลงความเห็นจากข้อมูล	10	6
3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	10	7
รวม	30	20

3.2 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ต้องการจริง 20 ข้อ

3.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้อง

3.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้อง ประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับทักษะ

0 ไม่แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับทักษะ

-1 แน่ใจว่าสร้างข้อสอบไม่สอดคล้องกับทักษะ

3.5 วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะโดยใช้สูตร IOC โดยแต่ข้อจะต้องมีค่าเฉลี่ยของความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 (อพันตรี พูลพุทธา, 2565) เป็นที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ ผลปรากฏว่าข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องกับทักษะอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 จากผลการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ได้

3.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 35 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง โมลและสูตรเคมี มาแล้วในช่วงเดือนมกราคม เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.8 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ขึ้นไป (อพันตรี พูลพุทธา, 2564) ผลปรากฏว่าข้อสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 24 ข้อ ผู้วิจัยคัดไว้ใช้ 20 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.53 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.71

3.9 นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับตามวิธีของงคูเดอร์ริชาร์ดสัน มีวิธีการคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 (อพันตรี พูลพุทธา, 2564) ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.82

3.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านคุณภาพแล้ว เพื่อใช้ในการทดสอบวัดแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสารคามพิทยาคมภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 40 คน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหาสารคามถึงโรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่ผู้วิจัยต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน

3. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ใช้เวลา 30 นาที แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลองครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน

4. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ที่สร้างขึ้นจำนวน 10 แผนการเรียนรู้ จำนวน 15 ชั่วโมง

5. ระหว่างการดำเนินการสอน ครูตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมและทำการทดสอบย่อยท้ายแผนการเรียนรู้แต่ละแผน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

6. เมื่อสิ้นสุดการใช้การเรียนรู้ แล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน และคำนวณหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

7. รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

8. วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และ สรุปผลการจัดการเรียนรู้

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ใการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ E_1/E_2 (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2564) ประสิทธิภาพด้านกระบวนการได้จากคะแนนใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้ในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ได้จากการรวมคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validly) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2564)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับตัวชี้วัด

$\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 หาประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ทั้งแผนการเรียนรู้โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70/70 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2564)

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\Sigma X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_2) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣY แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เรียน

B แทน คะแนนเต็มที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละคน

1.3 การหาค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

1.4 การหาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของเบรนแนน (Brennan) ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2564)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

1.5 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2564)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

c แทน คะแนนจุดตัด

1.6 หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2564)

ตัวถูก $P = \frac{H + L}{2N}$ $r = \frac{H - L}{N}$

ตัวผิด $P = \frac{H + L}{2N}$ $r = \frac{L - H}{N}$

เมื่อ ตัวถูก P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

เมื่อ ตัวผิด P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบตัวลวงแต่ละตัว

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบตัวลวงแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

1.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน สูตร KR – 20 โดยใช้สูตร ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2564)

$$KR-20: \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกแต่ละข้อ

q แทน 1 – p

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ คำนวณจากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

$\sum$ แทน ผลรวม

3. สถิติทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ โดยใช้สถิติชนิดที่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อิสระจากกัน (Dependent Samples t-test) ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2564)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบ

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคน

n แทน จำนวนตัวอย่าง

$\sum$ แทน ผลรวม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

t แทน การทดสอบทางสถิติโดยใช้ Dependent sample t-test

p แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E_1 ได้จากคะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วนคะแนน 50 : 50 ตามลำดับ และคำนวณค่า E_2 ได้จากคะแนนของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในสัดส่วนคะแนน 50 : 50 ตามลำดับ ดังตาราง 8

ตาราง 8 สัดส่วนของคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี

คนที่	สัดส่วนคะแนน 50 : 50 ของคะแนนระหว่างเรียน		รวม	สัดส่วนคะแนน 50 : 50 ของคะแนนหลังเรียน		รวม
	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	100	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (50)	100
1	36.57	31.55	68.12	31.67	30.00	61.67
2	35.19	36.90	72.09	36.67	37.50	74.17
3	34.26	35.71	69.97	33.33	30.00	63.33
4	35.65	32.74	68.39	31.67	32.50	64.17
5	35.65	37.50	73.15	35.00	35.00	70.00
6	33.80	32.74	66.53	31.67	37.50	69.17
7	33.33	37.50	70.83	36.67	35.00	71.67
8	37.04	35.12	72.16	35.00	32.50	67.50
9	36.57	35.71	72.29	38.33	30.00	68.33
10	34.72	33.33	68.06	31.67	32.50	64.17
11	35.65	35.71	71.36	33.33	35.00	68.33
12	36.57	35.12	71.69	35.00	37.50	72.50
13	36.11	33.33	69.44	31.67	35.00	66.67

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	สัดส่วนคะแนน 50 : 50 ของคะแนนระหว่างเรียน		รวม	สัดส่วนคะแนน 50 : 50 ของคะแนนหลังเรียน		รวม
	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	100	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (50)	100
14	40.28	39.29	79.56	40.00	40.00	80.00
15	36.11	34.52	70.63	30.00	32.50	62.50
16	36.57	35.71	72.29	38.33	35.00	73.33
17	36.57	36.31	72.88	36.67	35.00	71.67
18	42.13	42.26	84.39	43.33	42.50	85.83
19	36.57	33.93	70.50	35.00	32.50	67.50
20	36.57	36.31	72.88	40.00	35.00	75.00
21	36.57	35.71	72.29	33.33	37.50	70.83
22	36.57	33.93	70.50	28.33	32.50	60.83
23	40.74	36.90	77.65	38.33	37.50	75.83
24	34.26	34.52	68.78	31.67	32.50	64.17
25	36.57	32.74	69.31	35.00	37.50	72.50
26	37.04	35.12	72.16	41.67	42.50	84.17
27	35.65	33.93	69.58	31.67	30.00	61.67
28	36.11	36.90	73.02	33.33	37.50	70.83
29	34.26	35.12	69.38	35.00	37.50	72.50
30	34.72	36.31	71.03	38.33	40.00	78.33
31	40.28	37.50	77.78	36.67	37.50	74.17
32	43.06	45.83	88.89	46.67	42.50	89.17
33	43.06	45.24	88.29	45.00	50.00	95.00
34	42.13	38.10	80.22	41.67	40.00	81.67

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	สัดส่วนคะแนน 50 : 50 ของคะแนนระหว่างเรียน		รวม	สัดส่วนคะแนน 50 : 50 ของคะแนนหลังเรียน		รวม
	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	100	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (50)	100
35	36.57	33.93	70.50	31.67	40.00	71.67
36	36.57	35.71	72.29	30.00	30.00	60.00
37	36.11	38.69	74.80	35.00	35.00	70.00
38	36.57	35.71	72.29	36.67	37.50	74.17
39	36.11	32.74	68.85	31.67	35.00	66.67
40	40.74	38.69	79.43	40.00	40.00	80.00
รวม	1479.63	1444.64	2924.27	1426.67	1445.00	2871.67
$\bar{X}$	36.99	36.12	73.11	35.67	36.13	71.79
S.D.	2.53	3.05	5.19	4.28	4.23	7.91
ร้อยละ	73.98	72.23	73.11	71.33	72.25	71.79

จากตาราง 8 พบว่า คะแนนที่ได้จากระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.11 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.11 ของคะแนนเต็ม และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.79 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.79 ของคะแนนเต็ม

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตาราง 9 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละของคะแนนเต็ม
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	100	73.11	5.19	73.11
คะแนนหลังเรียน (E_2)	100	71.79	7.91	71.79
ประสิทธิภาพ = 73.11/71.79				

จากตาราง 9 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 73.11/71.79 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 70/70

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้สถิติ Dependent sample t-test ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี โดยใช้สถิติ Dependent sample t-test

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	40	30	10.98	3.42	22.95	.000*
หลังเรียน	40	30	21.40	2.57		

*p<.05

จากตาราง 10 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียน โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สถิติ Dependent sample t-test ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี โดยใช้สถิติ Dependent sample t-test

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	40	20	7.95	2.52	17.39	.006*
หลังเรียน	40	20	14.45	1.69		

*p<.05

จากตาราง 11 พบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียน โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการคิดวิเคราะห์ตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. สรุปผล
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สรุปผล

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 73.11/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อภิปรายได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 73.11/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 70/70 หมายความว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดที่เก็บรวบรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคิดสัดส่วนเป็น 50:50 คือ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 10 แผนการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 73.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคิดสัดส่วนเป็น 50:50 คิดเป็นร้อยละ 71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การตั้งเกณฑ์และยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 เช่น ตั้งเกณฑ์ไว้เท่ากับ 70/70 ดังนั้นต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 68.75 ส่วนค่าความสูงเกินร้อยละ 72.50 ก็เป็นเรื่องที่ดี (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2564) ในการวิจัยครั้งนี้ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ร้อยละ 73.11 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ร้อยละ 71.79 การที่ผลปรากฏเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาความรู้ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา เนื่องจากเรื่องโมลและสูตรเคมี เป็นเรื่องที่ซับซ้อน มีคำที่ผู้เรียนยังไม่คุ้นชิน เช่น มวลโมเลกุล ปริมาตรของแก๊สที่ STP ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนได้ใช้โจทย์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ เพราะการทดสอบส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบที่เป็นตัวเลข อีกทั้งผู้เรียนยังได้ทำกิจกรรมร่วมกัน ช่วยกันคิดแก้ปัญหาจากโจทย์ รวมไปถึงการใช้แผนภาพหรือตารางข้อความมาใช้ในการแก้ปัญหา เนื่องจากเด็กจะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ผ่านระบบสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะช่วยให้เด็กเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้น (Bruner, 1966) แล้วความสามารถที่เกิดจากทักษะการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการลงมือปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ ล้วนแต่มีความสำคัญที่ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกทั้งสิ้น (ทิพย์อุบล ทิพเลิศ, 2560) และการวิจัยครั้งนี้ได้สอดคล้องกับผลวิจัยของ สาลินี บุญสอน มะลิวัลย์ ถุนาพรรณ์ และมนชยา เจียงประดิษฐ์ (2565) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ผลปรากฏว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในขั้นที่ 2 และ 3 มีประสิทธิภาพ 93.31/85.00 ผลการวิจัยครั้งนี้ได้สอดคล้องกับผลวิจัยของ วาสนา ปิ่นทอง (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.39/75.28 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคลองกับผลวิจัยของ ปิยมาศ บุดดาน้อย (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผลปรากฏว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 75.20/74.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 และผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของณัฐพงศ วัฒนศิริพงษ และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 1 โดยใชกลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต (GSP) ผลปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู เรื่อง การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใชกลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ 83.35/80.30 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม ได้ร่วมมือทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน รวมไปถึงการสรุปการทำกิจกรรมของผู้เรียนและทักษะกระบวนการที่เกิดขึ้นเพื่อหาคำตอบของโจทย์ จากผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของดลธิดา รัตนถาวร กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล ณัฏฐลภัส จันทร์เดชาสุข (2565) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ แล้วยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของชลลดา ทองคำ (2566) ณัฐพงศ วัฒนศิริพงษ และคณะ (2566) และณัฐริกา ล้ำเลิศ ปวีณา ขันธ์ศิลา และสุวรรณวัฒน์ เทียนยุทธกุล (2566) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หน่วยการเรียนรู้ ปริมาตรและความจุ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ

ร่วมมือกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 1 โดยใชกลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต (GSP) ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ภายหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใชกลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่ากอนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ipek and Hatice (2013) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การของการใช้กลวิธี STAR ของบทเรียนคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการศึกษาโดยใช้กลวิธี STAR เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิจัยและการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ในบางครั้งการให้โจทย์ที่มีลักษณะซับซ้อน หรือการใช้ตัวเลขที่มีจำนวนมาก ผู้เรียนยังจะมีความช้าในการคิดและทำงาน ไม่ทันเพื่อน อาจจะเกิดจากการเรียนรู้ทั้งในด้านพื้นฐานและพฤติกรรมของผู้เรียน Miller (1996 cited in Maccini & Gagnon, 2006) ซึ่งเป็นความท้าทายของครูผู้สอน ครูเน้นย้ำให้ผู้เรียนกลับไปทบทวนและการใช้ตัวเลขในการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง เพราะการคำนวณเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี รวมไปถึงการทดสอบในครั้งต่าง ๆ และยังมีนักเรียนบางคนที่คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ ดังนั้นครูผู้สอนเองอาจจะเพิ่มเทคนิคการสอนให้เหมาะสมกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้และมีความสนใจ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนแต่ละบุคคลจะชอบในการอ่านโจทย์เงียบ ๆ หรือสอบถามครูผู้สอนอยู่เสมอ

3. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาจนเกิดความชำนาญ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความชำนาญในการคิดหรือความสามารถในการใช้ความคิด เพื่อค้นคว้าความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา เช่น การลงข้อสรุปและการใช้ตัวเลข (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2554) ในการวิจัยครั้งนี้ได้เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ เนื่องจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับ

กระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565)

การใช้กลวิธี STAR เป็นกลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกที่ช่วยให้นักเรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (Maccini, 1998) แล้วกลวิธี STAR ในขั้น T ครูผู้สอนให้โอกาสนักเรียนในการฝึกกลวิธีใหม่จนผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง คือการแปลงข้อมูลที่มีอยู่โดยเลือกใช้สื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์ เช่น การวาดรูปหรือเขียนตาราง แล้วในขั้น R ผู้เรียนยังสามารถได้ทบทวนคำตอบของตัวเองอีกด้วย โดยผู้เรียนอ่านโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้งแล้วถามคำถามต่อตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ แล้วในขั้นนี้ครูผู้สอนให้ผลย้อนกลับทางบวกโดยดูการปฏิบัติงานของนักเรียน เช่น เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการคำนวณ การนำเสนอผลการคำนวณ (นุตริยา จิตตารมย์, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการใช้จำนวน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ เช่น การสังเกต การใช้ตัวเลข การลงข้อสรุป (วรรพทิพา รอดแรงค้า และ จิต นวนแก้ว (อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2566)) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ozkubat et al (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ได้ศึกษาผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่าผลการปฏิบัติงานในการแก้ปัญหาเน้นย้ำถึงประสิทธิภาพของกลวิธี STAR สำหรับนักเรียนที่มีความผิดปกติเล็กน้อย เมื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบขั้นตอนเดียว แสดงว่าสิ่งเหล่านั้นผู้ที่ได้รับกลวิธีนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Peltier and Vannest (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้กลวิธี STAR เพื่อปรับปรุงแก้ปัญหาสามารถในการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์ ผลการวิจัยปรากฏว่าการเรียนการสอนที่เป็นสื่อรูปธรรมนามธรรมร่วมกับกลวิธี STAR ช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระและประสบผลสำเร็จมากขึ้น และมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เข้าใจง่ายขึ้นและรับรู้เข้าใจถึงลักษณะของปัญหาที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่เน้นตัวเลข ผู้เรียนควรมีพื้นฐานในการคำนวณซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เพื่อให้มีการจัดการเรียนรู้ที่เร็วมากขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ยังมีผู้เรียนบางคนยังต้องใช้เวลาเป็นอย่างมากในการคำนวณตัวเลข

1.2 ครูผู้สอนควรมีการกระตุ้นหรือเสริมแรงทางบวกให้กับผู้เรียน หรือการชมเชยผู้เรียนในการส่งงานเร็วหรือตรงเวลาตามที่กำหนด ทำงานได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการกระตุ้นในการเรียนรู้

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ครูผู้สอนควรนำสื่อการเรียนรู้ให้มีความทันสมัยมากขึ้น เข้าถึงได้ง่าย เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่เน้นการคำนวณ จึงจะทำให้ผู้เรียนเบื่อได้ง่าย

1.4 การจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงคาบเดี่ยว ครูจะต้องมีการเตรียมความพร้อมเป็นอย่างมาก ชี้แจงรายละเอียดให้ชัดเจน ด้วยที่ระยะเวลามีน้อยกว่าคาบสองชั่วโมง จะทำให้ผู้เรียนยังมีความสับสนและไม่เข้าใจ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ครูควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ไปใช้ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ในรายวิชาเคมี หรือระดับชั้นอื่น ๆ ที่แตกต่างออกไป เพื่อที่จะทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR มีประสิทธิภาพต่อเนื่อง และเชื่อถือได้สูง

2.2 ครูควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ร่วมกับรูปแบบการสอนอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เนื่องจากบางเนื้อหามีข้อมูลที่ซับซ้อน และยังต้องใช้ความรู้เดิมเข้ามาช่วย เช่น การหามวลโมเลกุล ผู้เรียนต้องรู้มวลอะตอมของธาตุก่อนจึงจะหามวลโมเลกุลได้ หากมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อาจส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น เข้าใจได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการช่วยกันคิดช่วยกันทำ อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของตนเองและเพื่อนได้ด้วย

2.3 ควรศึกษาหรือเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา หรือจิตวิทยาศาสตร์

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม. (2565) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2565. [ม.ป.ท.].

กุลิสรา จิตรชญาวณิช. (2565). *การจัดการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2562). การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 13(2), 7-21.

คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2562). *การวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

_____. (2564). *พื้นฐานการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

จรรยา ดาสา. (2553). เทคนิคการจัดการเรียนรู้สาหรับการแก้โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณ. *นิตยสารสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 38(167), 44-48.

ชลดา ทองคำ. (2566). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลวิธี STAR ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หน่วยการเรียนรู้ ปริมาตรและความจุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ,* 17(2), 44-57.

ชวลิต ชูกำแพง. (2553). *การประเมินการเรียนรู้ = Learning assessment.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐิรนันท์ เทพจิตร์ และคณะ. (2566). การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วิชาการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 35(126), 53-60.

ณฐพล อยู่เป็นสุข และนฤมล หลายประเสริฐพร. (2566). การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,* 29(2), 69-82.

ณัฐพงศ์ วัฒนศิริพงษ์ และคณะ. (2566). การพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต (GSP). *วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี,* 4(2), 56-65.

ณัฐริกา ล้ำเลิศ และคณะ. (2566). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับสื่อประสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารราชภัฏสุรินทร์วิชาการ,* 1(3), 24-40.

ดนิตา ดวงวิไล. (2565). นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับครูภาษาไทย. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดนุลดา จามจุรี. (2564). *การออกแบบการเรียนรู้ : แนวคิดและกระบวนการ.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด น่ำกั่งการพิมพ์.

ดลธิดา รัตนถาวร และคณะ. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหา STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารสหวิทยาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์,* 5(1), 163-177.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.* มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ทิพย์อุบล ทิศเลิศ. (2560). *การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Teaching of Science Process Skills).* อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

ธีร์นวัช นันตา และสุทธิดา จำรัส. (2565). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการเรียนรู้แบบบริการสังคมร่วมกับการทดลอง. *Journal of Inclusive and Innovative Education,* 6(2), 1-15.

นิภา ตรีแจ่มจันทร์. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นุตริยา จิตตารมย์. (2548). *ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี.* วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (การศึกษาคณิตศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2550). *การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล.* ชมรมเด็ก.

_____. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

บุษรี เพ่งเล็งดี. (2561). การเรียนการสอนเคมีโดยใช้แนวคิด 3 ระดับ. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์,* 33(2), 145-157.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2566). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อมรินทร์ คอร์ปอเรชั่น.

ปัญญาพร ภาสอน และคณะ. (2561). ผลการเรียนแบบร่วมมือแบบการเรียนรู้ร่วมกันเสริมด้วยกลวิธี STAR และแบบฝึกทักษะที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี,* 6(1), 119-140.

ปาจรีย์ เยาดำ. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กลวิธี STAR.* วารสารคณิตศาสตร์, 54(614), 24-33.

ปิยมาศ บุดดาน้อย. (2564). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พรทิพย์ สังเกต. (2564). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา Nature of Chemistry and Performing an Instruction to be Consistent with Its Nature. *Science Essence Journal*, *31*(2), 187–200.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ออฟ เคอร์มิสท์.

_____. (2564). *เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้.* นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

พิมพ์ลภัส บัวศรี. (2560). *การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป.* กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

_____. (2554). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* กรุงเทพฯ: เดอะ มาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2553). *การสอนคิดด้วยโครงงาน: การสอนแบบบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21.* (พิมพ์ครั้งที่3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพศาล หวังพานิช. (2543). *การวัดผลการศึกษา.* กรุงเทพฯ: โอเดียนการพิมพ์.

ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.* สืบค้นจากแหล่งข้อมูล http://priroj.orgfree.com.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์. (2565). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). *พื้นฐานการวิจัยทางหลักสูตรและการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ตักสิลาการพิมพ์.

มังกร ทองสุขดี. (2539). *การวัดผลประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).* กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2548). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุจิร ภูสาระ. (2545). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: บุคพอยท์.

โรงเรียนสารคามพิทยาคม. (2565). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self – Assessment Report : SAR) ปีการศึกษา 2565. มหาสารคาม: โรงเรียนสารคามพิทยาคม.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นต์.

_____. (2554). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).

วรรณทิพา รอดแรงค้า และจิต นวนแก้ว. (2542). *การพัฒนาการคิดของผู้เรียน ด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์* พิมพ์ครั้งที่ 2. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเมนท์.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2549). *นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ช้างทอง.

วาสนา ปิ่นทอง. (2563). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.*

วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศิตาพร พิมพ์พันธุ์ และคณะ. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับกลวิธี STAR. *วารสารสังคมศาสตร์วิจัย,* 11(1), 150-168.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2561). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2.* กรุงเทพฯ [ม.ป.ท.].

_____. (2565). หนังสือรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

_____. (2566). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022.* สืบค้นจากแหล่งข้อมูล https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *วารสารก้าวทันโลก วิทยาศาสตร์,* 8(2), 28-37.

สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

_____. (2560). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบูรณ์ ตันยะ. (2545). *การประเมินทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

สาลินี บุญสอน และคณะ. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม,* 17(3), 82-93.

สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2550). *แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2549). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด.* กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2551). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 7). ภาพพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคม*

ศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: โรงพิมพชุมนุมสหกรณการเกษตรแห่งประเทศ จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2551). *ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง.* [ม.ป.ท.].

อพันตรี พูลพุทธา. (2564). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้.* มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

_____. (2565). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 1). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

อังคณา อุทัยรัตน์ (2555) *ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อาภรณ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง).* (พิมพครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อารักษ์ ไชยหลาก. (2556). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Bruner, J. S. (1966*). Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.

Ehren, B. J. (2005). Mnemonic Devices. Retrieved from http://itc.gsu.edu/academymodules/a304/support/xpages/a304b0_20600.html

Enger, S.K. & Yaker, R.E. (2001). *Assessing Student Understanding in Science.* Califonia Corwin Press.

Gagnon, J. C., & Krezmien, M. (2011). *Effective instructional strategies for Correctional education programs.* Retrieved from.

Jana, V. & Natalia, M. (2018). Applying STAR Strategy to Improve Students' Vocabulary. *ELS Journal on Interdisciplinary Studies in Humanitie,* 1(2), 210-217.

Lenz, B. K., Ellis, E. S., & Scanlon, D. (1996). Teaching learning strategies to adolescents and adults with learning disabilities. Austin, TX: Pro-Ed, Inc.

Maccini, P. (1998). *Effects of an instructional strategy incorporating concrete problem representation on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities.* Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University, University Park.

Maccini, P., & Gagnon, J. (2006). *Mathematics strategy instruction (SI) for middle school students with learning disabilities.* Retrieved from http://www.k8accesscenter.org/training_resources/massini.asp.

Miller, S. P. (1996). Perspectives on math instruction. In D. D. Deshler, E. S. Ellis, & B. K. Lenz (Eds.), Teaching adolescents with leaning disabilities (2nd ed., pp. 313-367). Denver, CO: Love Publishing Co.

Nagel, D. R., Schumaker, J. B., & Deshler, D. D. (1986). FIRST-Letter Mnemonic Strategy. Retrieved from https://sim.drupal.ku.edu/sites/sim.ku.edu/files/files/Research/FIRST. pdf.

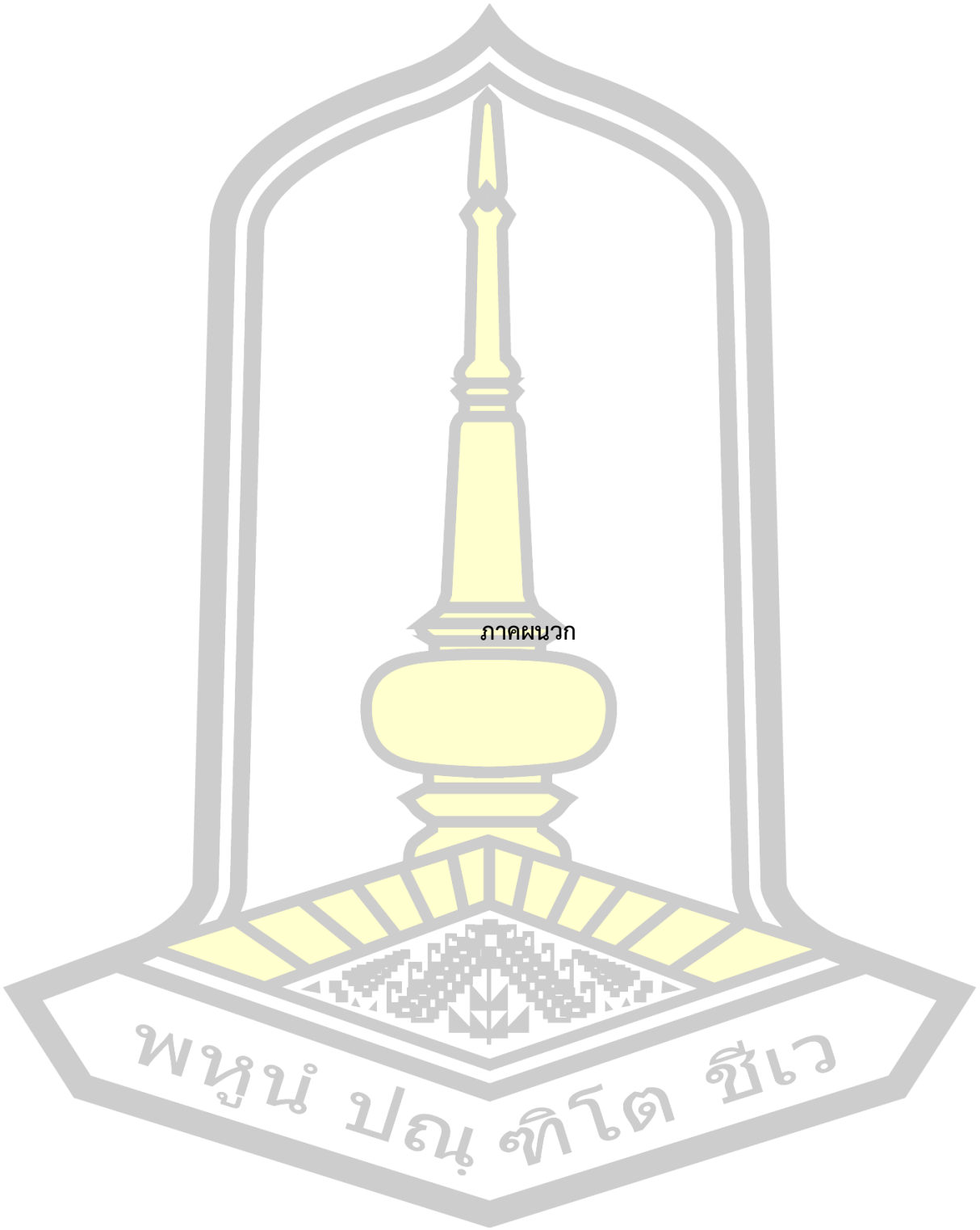
Oas, B. K., Schumaker, J. B., & Deshler, D. D. (2011). Learning Strategies: Tools for Learning to Learn in Middle and High Schools. Retrieved from http://www.cals.ncsu.edu:8050/agexed/leap/aee535/learn.html.

Ozkubat, U., Karabulut, A., & Ucar, A. S. (2021). Investigating the Effectiveness of Star Strategy in Math Problem Solving. *International Journal of Progressive Education,* 17(2), 83-100.

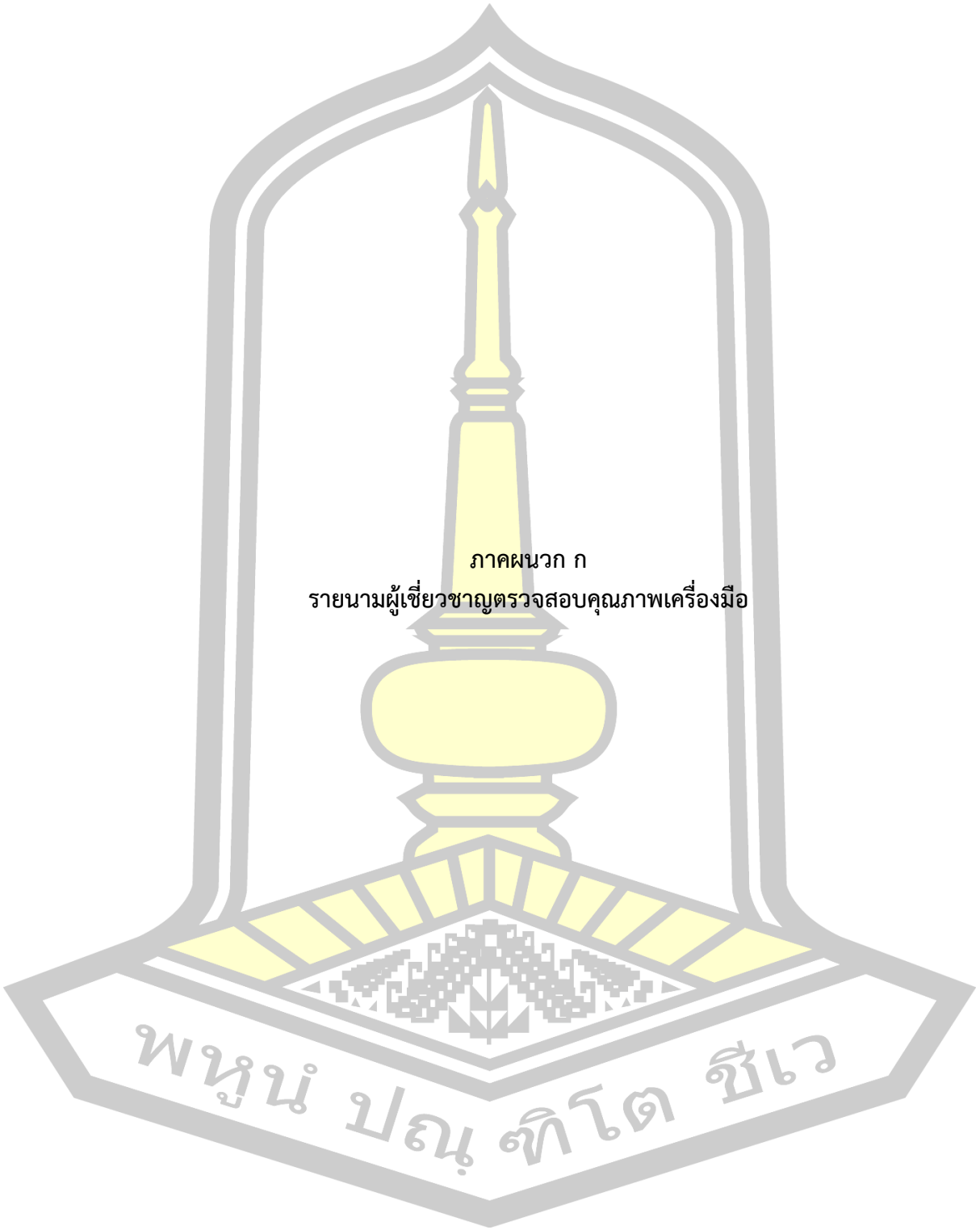
Peltier, C., & Vannest, K. J. (2016). Utilizing the STAR strategy to improve the mathematical problem-solving abilities of students with emotional and behavioral disorders. *Beyond Behavior,* 25(1), 9-15.

Shater, A. & Shana, Z. A. (2023). The Effectiveness of Star Strategy Learning on Gifted Students Mathematical Creative Thinking Ability. *Information Sciences Letters,* 12(4), 1767-1774.

บรรณานุกรม



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

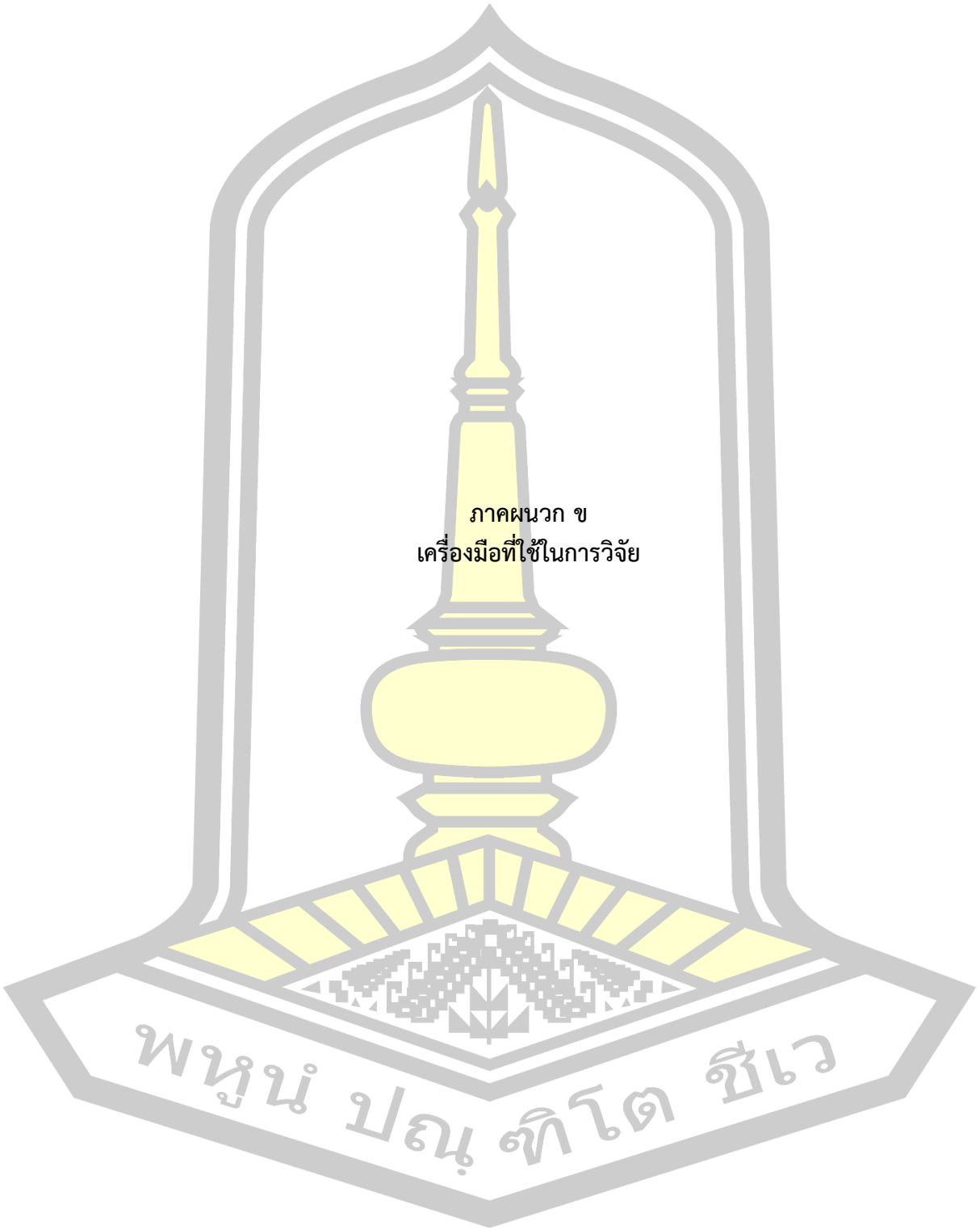
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล

3. นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

4. นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

5. นางขจรศรี กันทรมงคล ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเคมี

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
รหัสวิชา ว31221	รายวิชาเคมี 2
หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โมลและสูตรเคมี	เวลา 15 ชั่วโมง
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP	เวลา 2 ชั่วโมง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567	ครูผู้สอน นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์

1. มาตรฐาน / ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 มาตรฐาน

มาตรฐานที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิกิริยาเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

1.2 ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรแก๊สที่ STP

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายและมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- ทักษะการใช้จำนวน

4. สาระสำคัญ

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมลที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล

หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP

5. สาระการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

6. วิธีการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูผู้สอนกล่าวคำทักทายนักเรียน
2. นักเรียนตอบคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ความสัมพันธ์ของโมล ดังนี้

- สาร 1 โมลมีกี่อนุภาค

(แนวคำตอบ) 6.02×10^{23} อนุภาค

- สาร 1 โมล มีมวลเป็นกรัมเท่ากับเท่าไหร่ ถ้าสารนั้นเป็นอะตอม โมเลกุล และไอออน ตามลำดับ

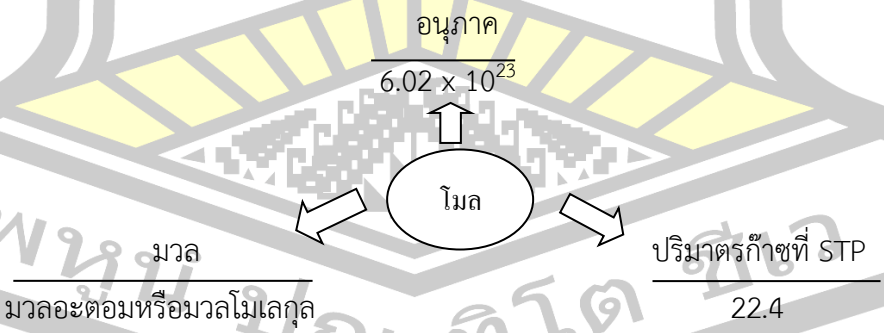
(แนวคำตอบ) สาร 1 โมลมีมวลเป็กรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุ มวลโมเลกุลของสาร และมวลของไอออนของสารนั้นตามลำดับ

- สาร 1 โมล มีปริมาตรที่ STP เท่ากับเท่าไหร่

(แนวคำตอบ) แก๊สจะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

ขั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและร่วมกันเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โมล จำนวนอนุภาค มวลของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ลงกระดาษ A4



ข้อสังเกต สารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากัน จะมีจำนวนโมลเท่ากัน

ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากัน จะมีจำนวนโมลเท่ากัน และจำนวนอนุภาคเท่ากัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สหน้าชั้นเรียน

3. ครูถามนักเรียนโดยมีการใช้แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมล จำนวนอนุภาค และปริมาตรของแก๊สที่ STP เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

4. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าจากความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาค และปริมาตรของแก๊สที่ STP สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ตามที่นักเรียนได้เขียนลงบนกะดาษ A4 และเขียนแทนด้วยสูตรได้ ดังนี้

$$n = \frac{g}{Mw} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{V}{22.4}$$

เมื่อ n แทน จำนวนโมลของสาร (mol)

N แทน จำนวนอนุภาค (อะตอม โมเลกุล และไอออน)

m แทน มวลเป็นกรัม (g)

Mw แทน มวลอะตอมและมวลโมเลกุล (g/mol)

V แทน ปริมาตรของแก๊สที่ STP (L)

5. ครูถามนักเรียนว่าจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP เราสามารถนำความรู้ในเรื่องนี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง

(แนวคำตอบ : การเตรียมสารละลายได้ และสามารถนำไปคำนวณหาโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของสารได้เมื่อเราทราบค่าใดค่าหนึ่ง)

เมื่อทราบสูตรเคมีและจำนวนโมลของแก๊สสามารถคำนวณหาอะไรได้บ้าง

(แนวคำตอบ : สามารถคำนวณมวล จำนวนอนุภาค และปริมาตรที่ STP

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและจำนวนอนุภาคเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ : สาร 1 โมล มี 6.02×10^{23} อนุภาค)

สภาวะมาตรฐานหมายถึง

(แนวคำตอบ : อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ)

6. ครูผู้สอนยกตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP โดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

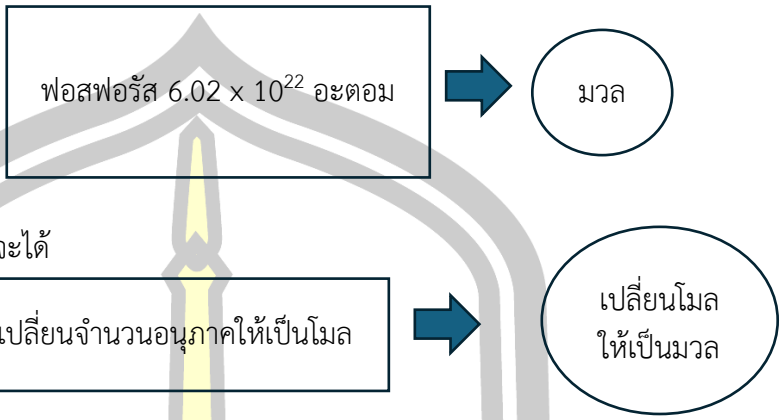
โจทย์ตัวอย่างที่ 1 : จงคำนวณหามวลของฟอสฟอรัส (P) 6.02×10^{22} อะตอม (กำหนดให้มวลอะตอมของ P เท่ากับ 31)

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ฟอสฟอรัส 6.02×10^{22} อะตอม มวลอะตอม เท่ากับ 31

โจทย์ต้องการหา มวลของฟอสฟอรัส

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์



ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

เปลี่ยนจำนวนอนุภาคให้เป็นโมล

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = \frac{6.02 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = 1 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$n = \frac{g}{Mw}$$

$$1 \times 10^{-1} = \frac{g}{31}$$

$$g = 31 \times 10^{-1}$$

$$g = 3.1$$

ดังนั้น ฟอสฟอรัส (P) 6.02×10^{22} อะตอม มีมวล 3.1 กรัม

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” และให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการ ดังนี้

$$\frac{g}{Mw} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\frac{g}{31} = \frac{6.02 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$g = \frac{6.02 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} \times 31$$

$$g = 1 \times 10^{-1} \times 31$$

$$g = 3.1$$

ดังนั้น ฟอสฟอรัส (P) 6.02×10^{22} อะตอม มีมวล 3.1 กรัม

โจทย์ตัวอย่างที่ 2 : จงคำนวณหามวลของแก๊สสมมติ A 3.36 ลิตร ที่ STP (กำหนดให้มวลโมเลกุลเท่ากับ 44)

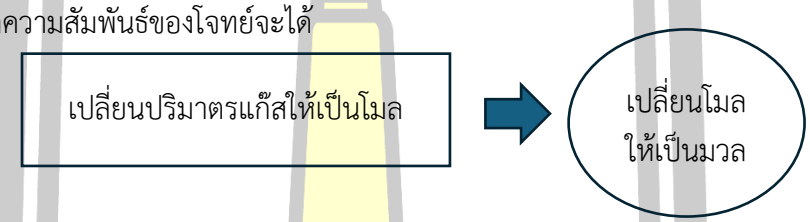
ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด แก๊สสมมติ A 3.36 ลิตร ที่ STP มวลโมเลกุลเท่ากับ 44

โจทย์ต้องการหา มวลของแก๊สสมมติ A 3.36 ลิตร ที่ STP

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

จากความสัมพันธ์ของโจทย์จะได้



ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

เปลี่ยนปริมาตรแก๊สให้เป็นโมล

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$n = \frac{3.36}{22.4}$$

$$n = 0.15 \text{ mol}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$n = \frac{g}{Mw}$$

$$0.15 = \frac{g}{40}$$

$$g = 0.15 \times 44$$

$$g = 6.6$$

ดังนั้น แก๊สสมมติ A 3.36 ลิตร ที่ STP มีมวล 6.6 กรัม

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” และให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการ ดังนี้

$$\frac{g}{Mw} = \frac{V}{22.4}$$

$$\frac{g}{44} = \frac{3.36}{22.4}$$

$$g = \frac{3.36}{22.4} \times 44$$

$$g = 6.6$$

ดังนั้น แก๊สสมมติ A 3.36 ลิตร ที่ STP มีมวล 6.6 กรัม

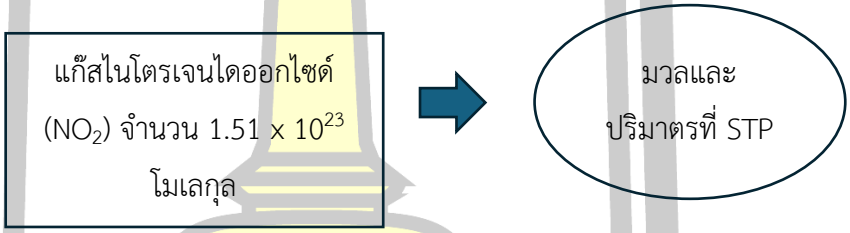
โจทย์ตัวอย่างที่ 3 : แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด (กำหนดให้มวลโมเลกุลเท่ากับ 46)

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

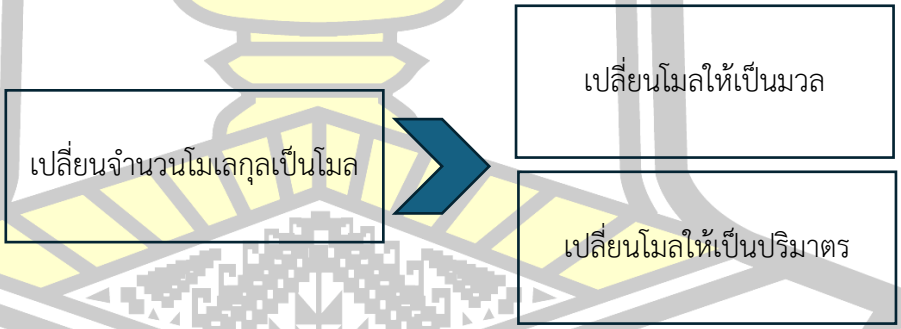
โจทย์กำหนด แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล

โจทย์ต้องการหา มวลและปริมาตรที่ STP

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์



จากความสัมพันธ์ของโจทย์จะได้



ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

เปลี่ยนจำนวนโมเลกุลเป็นโมล

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = \frac{1.51 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = 0.251 \text{ mol}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$n = \frac{g}{Mw}$$

$$0.251 = \frac{g}{46}$$

$$g = 0.251 \times 46$$

$$g = 11.55 \text{ กรัม}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นปริมาตร

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$0.251 = \frac{v}{22.4}$$

$$v = 5.6 \text{ ลิตร}$$

ดังนั้น แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล มีมวล 11.55 กรัม และปริมาตร 5.6 ลิตร ที่ STP

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” และให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการ ดังนี้

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$\frac{g}{Mw} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\frac{g}{46} = \frac{1.51 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$g = \frac{1.51 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} \times 46$$

$$g = 0.251 \times 46$$

$$g = 11.55 \text{ กรัม}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นปริมาตร

$$\frac{g}{Mw} = \frac{v}{22.4}$$

$$\frac{11.55}{46} = \frac{v}{22.4}$$

$$v = \frac{11.55}{46} \times 22.4$$

$$v = 5.6 \text{ ลิตร}$$

ดังนั้น แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล มีมวล 11.55 กรัม และปริมาตร 5.6 ลิตร ที่ STP

7. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 6

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนในการคำนวณโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นการตีโจทย์ว่าโจทย์กำหนดและโจทย์ต้องการหาอะไร เป็นต้น

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์ สามารถทำเป็นตาราง ข้อความสัญลักษณ์หรือการวาดภาพ

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นการดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้อง ได้แก่ การแสดงวิธีทำและการคำนวณ

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” หรือให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการอื่น ๆ

2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย โดยอาศัยกลวิธี STAR

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

7. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมีเพิ่มเติม ม.4 เล่ม 2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. PowerPoint

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ - อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	การทดสอบตอนที่ 1	แบบทดสอบ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ - คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	การทดสอบตอนที่ 2	แบบทดสอบ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายและมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ทักษะการใช้จำนวน	ตรวจใบกิจกรรมที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 6	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

9. บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

9.1 ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

9.2 ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

9.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

บันทึกข้อเสนอแนะของของรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสุรพงษ์ ศรีเศรษฐา)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ใบกิจกรรมที่ 6

ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1.จงคำนวณหามวลของแก๊สสมมติ Y 1.12 ลิตร ที่ STP (กำหนดให้มวลโมเลกุลเท่ากับ 16)

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด.....

โจทย์ต้องการห.....

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 3 A โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

.....

.....

.....

.....

2. แก๊สโพรเพน (C_3H_8) จำนวน 2.35 x 10^{23} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด (กำหนดให้มวลโมเลกุลเท่ากับ 44)

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด.....

โจทย์ต้องการห.....

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 3 A โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 6 (เฉลย)

ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1.จงคำนวณหามวลของแก๊สสมมติ Y 1.12 ลิตร ที่ STP (กำหนดให้มวลโมเลกุลเท่ากับ 16)

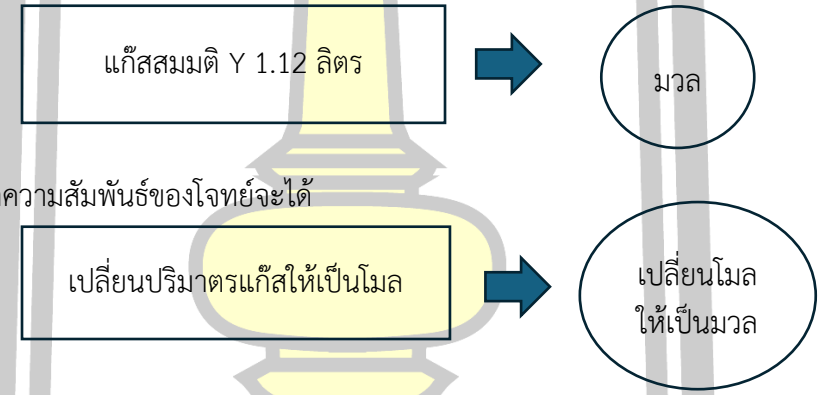
ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด แก๊สสมมติ Y 1.12 ลิตร

โจทย์ต้องการหา มวลของแก๊สสมมติ Y

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา



ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

เปลี่ยนปริมาตรแก๊สให้เป็นโมล

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$n = \frac{1.12}{22.4}$$

$$n = 0.05 \text{ mol}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$n = \frac{g}{Mw}$$

$$0.05 = \frac{g}{16}$$

$$g = 0.05 \times 16$$

$$g = 0.8$$

ดังนั้น แก๊สสมมติ Y 1.12 ลิตร ที่ STP มีมวล 0.8 กรัม

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” และให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการ ดังนี้

$$\frac{g}{Mw} = \frac{V}{22.4}$$

$$\frac{g}{16} = \frac{1.12}{22.4}$$

$$g = \frac{1.12}{22.4} \times 16$$

$$g = 0.8$$

ดังนั้น แก๊สสมมติ Y 1.12 ลิตร ที่ STP มีมวล 0.8 กรัม

2. แก๊สโพรเพน (C_3H_8) จำนวน 2.35×10^{23} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด (กำหนดให้มวลโมเลกุลเท่ากับ 44)

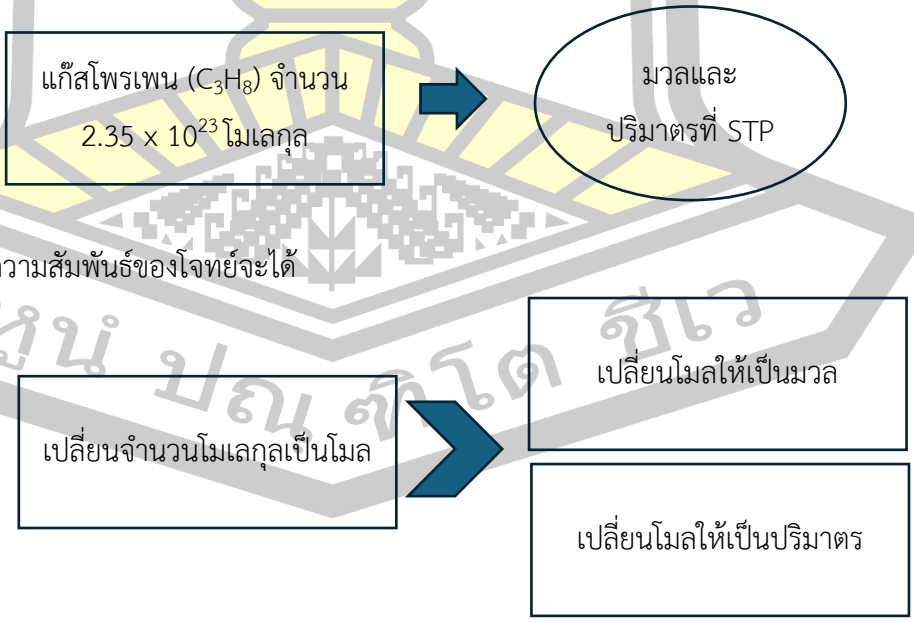
ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด แก๊สโพรเพน (C_3H_8) จำนวน 2.35×10^{23} โมเลกุล

โจทย์ต้องการหา มวลและปริมาตรที่ STP ของแก๊สโพรเพน (C_3H_8)

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา



ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

เปลี่ยนจำนวนโมเลกุลเป็นโมล

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = \frac{2.35 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = 0.39 \text{ mol}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$n = \frac{g}{Mw}$$

$$0.39 = \frac{g}{44}$$

$$g = 0.39 \times 44$$

$$g = 17.16 \text{ กรัม}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นปริมาตร

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$0.39 = \frac{V}{22.4}$$

$$V = 8.736 \text{ ลิตร}$$

ดังนั้น แก๊สโพรเพน (C_3H_8) จำนวน 2.35×10^{23} โมเลกุล มีมวล 17.17 กรัม และปริมาตร 8.736 ลิตร ที่ STP

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” และให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการ ดังนี้

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$\frac{g}{Mw} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\frac{g}{44} = \frac{2.35 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$g = \frac{2.35 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} \times 44$$

$$g = 0.39 \times 44$$

$$g = 17.16 \text{ กรัม}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นปริมาตร

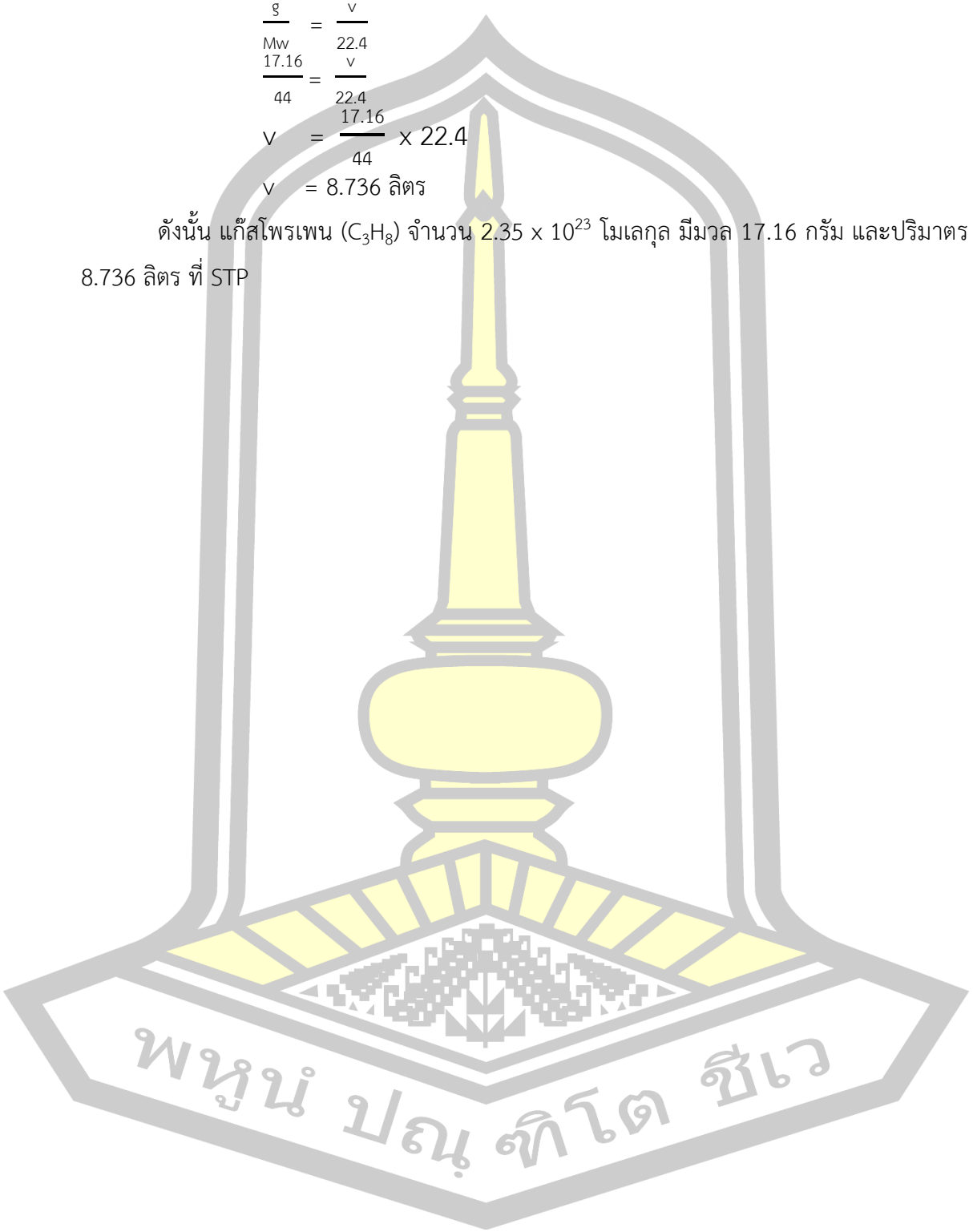
$$\frac{g}{Mw} = \frac{V}{22.4}$$

$$\frac{17.16}{44} = \frac{V}{22.4}$$

$$V = \frac{17.16}{44} \times 22.4$$

$$V = 8.736 \text{ ลิตร}$$

ดังนั้น แก๊สโพรเพน (C_3H_8) จำนวน 2.35×10^{23} โมเลกุล มีมวล 17.16 กรัม และปริมาตร 8.736 ลิตร ที่ STP



เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากใบกิจกรรมที่ 6 ข้อ 1 และ ข้อ 2

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
ทักษะการใช้จำนวน	มีการใช้จำนวนสามารถคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีคำนวณได้ครบถ้วน	มีการใช้จำนวนสามารถคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง แต่แสดงวิธีคำนวณไม่ครบถ้วน	มีการใช้จำนวนสามารถคิดคำนวณได้ถูกต้องบางส่วนและแสดงวิธีคำนวณไม่ครบถ้วน	ไม่พบการใช้จำนวน

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 6 คะแนน, ผ่านเกณฑ์ 70% หรือ 4 คะแนนขึ้นไป)

คะแนน	ความหมาย
4-6	ดี
2-3	พอใช้
0-1	ปรับปรุง

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบที่ 6

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

ตอบ.....

.....

ตอนที่ 2

1. จงคำนวณหามวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 1.81×10^{24} โมเลกุล (กำหนดให้มวลโมเลกุล เท่ากับ 44)

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

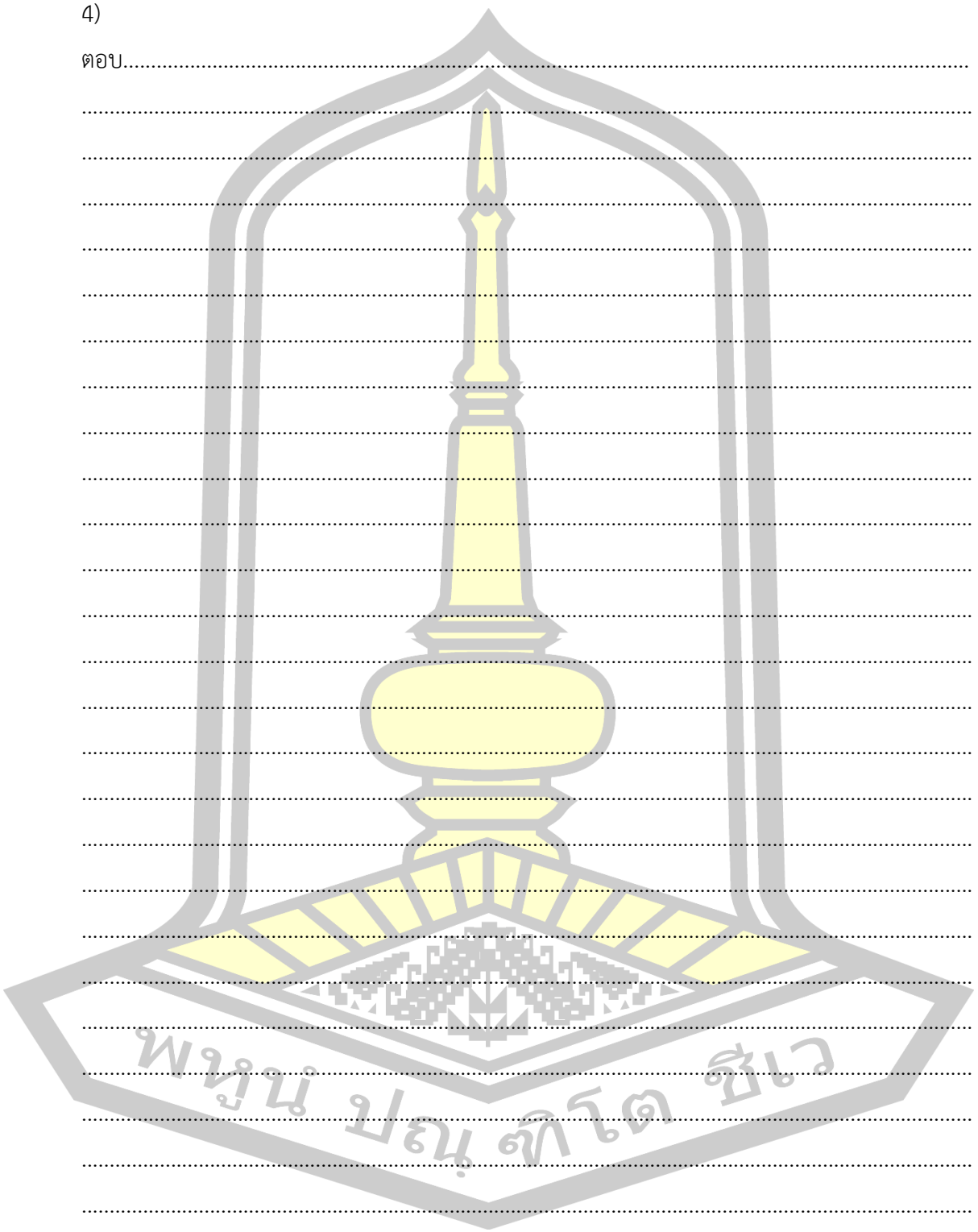
.....

.....

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

2. จงคำนวณหามวลของแก๊สฮีเลียม (He) ปริมาตร 11.2 ลิตร ที่ STP (มวลอะตอมของ He เท่ากับ 4)

ตอบ.....



แบบทดสอบที่ 6 (เฉลย)

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

ตอบ โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสารโมลที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่ามวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP

ตอนที่ 2

1. จงคำนวณหามวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 1.81×10^{24} โมเลกุล (กำหนดให้มวลโมเลกุล เท่ากับ 44)

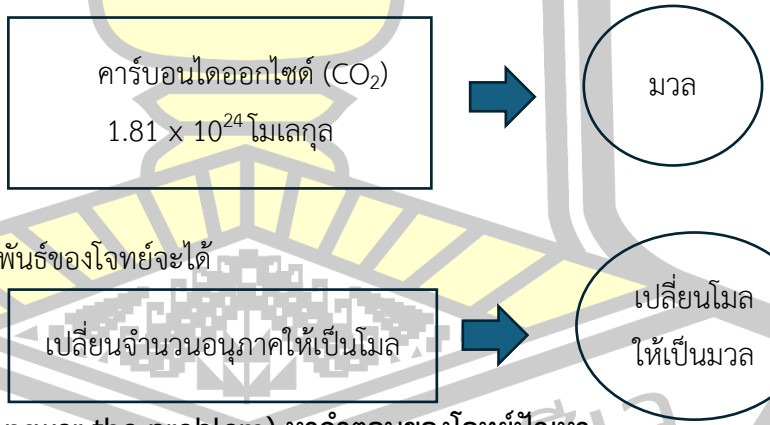
ตอบ

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 1.81×10^{24} โมเลกุล

โจทย์ต้องการหา มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์



ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

เปลี่ยนจำนวนอนุภาคให้เป็นโมล

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = \frac{1.81 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = 0.3 \times 10^{1} \text{ mol}$$

$$n = 3 \text{ mol}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$n = \frac{g}{Mw}$$

$$3 = \frac{g}{44}$$

$$g = 3 \times 44$$

$$g = 132 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 1.81×10^{24} โมเลกุล มีมวล 132 กรัม

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” และให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการ ดังนี้

$$\frac{g}{Mw} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\frac{g}{44} = \frac{1.81 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$g = \frac{1.81 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}} \times 44$$

$$g = 0.3 \times 10^{1} \times 44$$

$$g = 3 \times 44 = 132$$

ดังนั้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 1.81×10^{24} โมเลกุล มีมวล 132 กรัม

2. จงคำนวณหามวลของแก๊สฮีเลียม (He) ปริมาตร 11.2 ลิตร ที่ STP (มวลอะตอมของ He เท่ากับ 4)

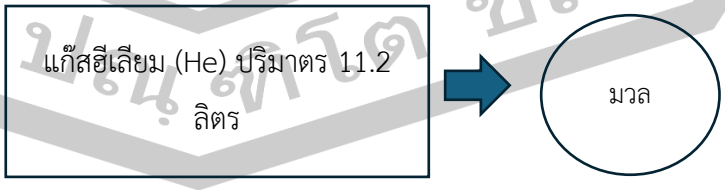
ตอบ

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด แก๊สฮีเลียม (He) ปริมาตร 11.2 ลิตร

โจทย์ต้องการหา มวลของแก๊สฮีเลียม (He)

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์



จากความสัมพันธ์ของโจทย์จะได้

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

เปลี่ยนปริมาตรให้เป็นโมล

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$n = \frac{11.2}{22.4}$$

$$n = 0.5 \text{ mol}$$

เปลี่ยนโมลให้เป็นมวล

$$n = \frac{g}{Mw}$$

$$0.5 = \frac{g}{4}$$

$$g = 0.5 \times 4$$

$$g = 2 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น แก๊สฮีเลียม (He) ปริมาตร 11.2 ลิตร ที่ STP มีมวล 2 กรัม

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ผู้เรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วตอบคำถามว่า “คำตอบที่ได้มานั้นสอดคล้องกับกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่” และให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้วิธีการ ดังนี้

$$\frac{g}{Mw} = \frac{V}{22.4}$$

$$\frac{g}{4} = \frac{11.2}{22.4}$$

$$g = \frac{11.2}{22.4} \times 4$$

$$g = 2$$

ดังนั้น แก๊สฮีเลียม (He) ปริมาตร 11.2 ลิตร ที่ STP มีมวล 2 กรัม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K) จากแบบทดสอบ ตอนที่ 1 ข้อ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสารและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้ถูกต้องครบถ้วน	สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้อย่างถูกต้อง	สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ไม่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP

ตอนที่ 1 ข้อสอบข้อ 1 ข้อละ 3 คะแนน รวมทั้งหมด 3 คะแนน

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน, ผ่านเกณฑ์ 70% หรือ 2 คะแนนขึ้นไป)

คะแนน	ความหมาย
3	ดี
2	พอใช้
0-1	ปรับปรุง

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการ (P) จากแบบทดสอบ ตอนที่ 2 ข้อ 1 - 2

จุดประสงค์การเรียนรู้	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาค ของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบไม่ถูกต้อง	ไม่มีกระบวนการในการคำนวณหาคำตอบ

ตอนที่ 2 ข้อสอบข้อ 1 - 2 ข้อละ 3 คะแนน รวมทั้งหมด 6 คะแนน

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 6 คะแนน, ผ่านเกณฑ์ 70% หรือ 4 คะแนนขึ้นไป)

คะแนน	ความหมาย
4-6	ดี
2-3	พอใช้
0-1	ปรับปรุง

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....จำนวน.....

คำชี้แจง : ให้เขียนเครื่องหมายถูก ✓ ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามรายการสังเกต

เลขที่	รายการสังเกต								รวม	ผลการประเมิน	
	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				ความมุ่งมั่นในการทำงาน					ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	2	1	0	3	2	1	0			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรม (A)

จุดประสงค์การเรียนรู้	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
1. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง	มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายบางครั้ง	มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายบางครั้ง แต่หยอกล้อในขณะทำงาน	ไม่มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
2. ความมุ่งมั่นในการทำงาน	มีความมุ่งมั่นในการทำงานและส่งงานตรงเวลาที่กำหนดทุกครั้ง	มีความมุ่งมั่นในการทำงาน ส่งงานตามเวลาที่กำหนด แต่ได้รับคำเตือนจากครู	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3 วัน	ไม่มีความมุ่งมั่นในการทำงานและไม่มีการส่งงานตามเวลาที่กำหนด

จำนวน 2 พฤติกรรม พฤติกรรมละ 3 คะแนน รวมทั้งหมด 6 คะแนน

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 6 คะแนน, ผ่านเกณฑ์ 70% หรือ 4 คะแนนขึ้นไป)

คะแนน	ความหมาย
4-6	ดี
2-3	พอใช้
0-1	ปรับปรุง

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

โรงเรียนสารคามพิทยาคม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง โมลและสูตรเคมี วิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน)
2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
3. แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 หน้า รวมหน้าปก

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร

ข้อปฏิบัติในการทดสอบ

1. ก่อนตอบคำถาม ให้เขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ลงในกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ คำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ตัวเลือกลงในกระดาษคำตอบ
3. อนุญาตให้ขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษออกจากห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตใช้เครื่องมือสื่อสารทุกชนิด

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ข้อใดกล่าวถึงมวลอะตอมสัมพัทธ์ได้ถูกต้อง
   ก. สารประกอบไอออนิกมีมวลโมเลกุล
   ข. ไม่มีหน่วย เพราะเป็นมวลเปรียบเทียบ
   ค. มีค่าเท่ากับ 1.66×10^{24}
   ง. เป็นมวลของธาตุ 10 อะตอม

2. ออกซิเจน 1 อะตอม มีมวล 26.56×10^{-24} กรัม จะมีมวลอะตอมเท่าใด
   ก. 1.66
   ข. 32
   ค. 16
   ง. 48

3. ข้อใดคือมวลเป็นกรัมของธาตุฟลูออรีน เมื่อธาตุฟลูออรีน 20 อะตอม มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ เท่ากับ 19
   ก. 3.20×10^{-24}
   ข. 6.30×10^{-22}
   ค. 9.33×10^{-23}
   ง. 5.12×10^{-24}

4. ข้อใดอธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ถูกต้องที่สุด
   ก. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือมวลของอะตอมธาตุที่เบาที่สุด
   ข. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือมวลของนิวเคลียสในอะตอมธาตุนั้น
   ค. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือค่าเฉลี่ยของมวลอะตอมของไอโซโทปต่างๆ ของธาตุ โดยคำนึงถึงสัดส่วนของไอโซโทปเหล่านั้นในธรรมชาติ
   ง. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือมวลรวมของโปรตอนและนิวตรอง ในอะตอมธาตุนั้น

5. ธาตุ A มี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอม 20 21 และ 22 ตามลำดับ และมีปริมาณในธรรมชาติร้อยละ 91.93 0.27 และ 8.80 ตามลำดับ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ A ตรงกับข้อใด
   ก. 20.17
   ข. 20.38
   ค. 20.86
   ง. 20.97

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

6. ธาตุ Y พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{107}Y มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.90 และ ^{109}Y มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 48.16 ถ้าธาตุ Y มีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.87 มวลอะตอมของธาตุ ^{109}Y ตรงกับข้อใด

ก. 108.91

ข. 110.23

ค. 111.74

ง. 111.98

7. สารประกอบ A 1 โมล จะมีจำนวนอะตอมของ A เท่ากับเท่าใด

ก. 1.02×10^{23} อะตอม

ข. 1.02×10^{24} อะตอม

ค. 6.02×10^{24} อะตอม

ง. 6.02×10^{23} อะตอม

8. แก๊สออกซิเจน (O_2) 0.15 โมล มีกี่โมเลกุล

ก. 6.02×10^{23}

ข. 12.02×10^{23}

ค. 9.03×10^{23}

ง. 9.03×10^{22}

9. โพแทสเซียม (K^+) 100 ไอออน มีกี่โมล

ก. 6.02×10^{23}

ข. 3.32×10^{-23}

ค. 1.66×10^{-22}

ง. 9.03×10^{22}

10. มวลของอนุภาคที่มีจำนวน 1 โมล หมายถึง ข้อใด

ก. มวลโมเลกุล

ข. สูตรเคมี

ค. มวลต่อโมล

ง. มวลสูตร

11. จำนวนโมลของ NaCl ที่มีมวล 58.5 กรัม มีกี่โมล (กำหนดให้มวลอะตอมของ Na = 23 และ Cl = 35.5)

ก. 1 โมล

ข. 1.75 โมล

ค. 2.5 โมล

ง. 2 โมล

12. ธาตุคาร์บอน (C) 2.25 โมล มีมวลกี่กรัม (มวลอะตอมของ C = 12)

ก. 24 กรัม

ข. 25 กรัม

ค. 26 กรัม

ง. 27 กรัม

13. ปริมาตรของแก๊ส 1 โมล ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 atm ตรงกับข้อใด

ก. 1 ลิตร

ข. 11.2 ลิตร

ค. 22.4 ลิตร

ง. 24 ลิตร

14. แก๊สออกซิเจน (O_2) 0.2 โมล จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

ก. 2.24

ข. 22.4

ค. 4.48

ง. 44.8

15. แก๊สโอโซน (O_3) ปริมาตร 11.2 ลิตร ที่สภาวะ STP คิดเป็นกี่โมล

ก. 1

ข. 0.5

ค. 2

ง. 1.5

16. จำนวนโมล ของสารในข้อใดน้อยที่สุด

ก. แก๊ส He 6.02×10^{21} อะตอม

ข. แก๊ส CO_2 0.1 โมล

ค. โซเดียมไอออน 1.204×10^{22} ไอออน

ง. แก๊ส N_2 2.24 dm^3

17. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 6.02×10^{20} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรเท่าใดที่ STP (กำหนดให้มวลอะตอม N = 14 และ O = 16)

ก. 0.920 กรัม และ 0.448 ลิตร

ข. 0.096 กรัม และ 0.045 ลิตร

ค. 0.460 กรัม และ 0.224 ลิตร

ง. 0.046 กรัม และ 0.022 ลิตร

18. แก๊สชนิดหนึ่งปริมาตร 67.2 ลิตร ที่ STP จะมีกี่โมเลกุล

ก. 1.806×10^{24} โมเลกุล

ข. 2.907×10^{24} โมเลกุล

ค. 3.005×10^{24} โมเลกุล

ง. 4.882×10^{24} โมเลกุล

19. ข้อใดกล่าวถึงกฎสัดส่วนคงที่ได้ถูกต้อง

ก. สารประกอบจะประกอบด้วยธาตุในสัดส่วนมวล ที่แตกต่างกันตามแต่ละแหล่งที่มา

ข. สารประกอบจะประกอบด้วยธาตุในสัดส่วนมวลที่คงที่เสมอ

ค. ธาตุสามารถประกอบกันได้ในทุกสัดส่วนมวล

ง. สารประกอบบางชนิดอาจมีธาตุในสัดส่วนมวลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการทางเคมี

20. สารประกอบ XY 100 g ประกอบไปด้วย X 40 กรัม และ B 60 กรัม จะมีอัตราส่วนโดยมวล A : B เท่าใด

ก. 2 : 3

ข. 3 : 2

ค. 1 : 2

ง. 2 : 1

21. เมื่อเผาแคลเซียม (Ca) 4 กรัม จะรวมตัวพอดีกับแก๊สออกซิเจน (O_2) 1.6 กรัม เกิดเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ถ้ามีธาตุแคลเซียม 10 กรัม จะต้องใช้แก๊สออกซิเจนอย่างน้อยที่สุดกี่กรัม และเกิดแคลเซียมออกไซด์มากที่สุดกี่กรัม

ก. 14 และ 4

ข. 2 และ 10

ค. 4 และ 14

ง. 10 และ 4

22. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบหมายถึงอะไร

ก. อัตราส่วนของจำนวนโมลของธาตุเทียบกับโมลของสารประกอบคูณด้วย 100

ข. อัตราส่วนของจำนวนอะตอมของธาตุเทียบกับอะตอมในสารประกอบคูณด้วย 100

ค. อัตราส่วนของมวลของธาตุเทียบกับมวลของสารประกอบทั้งหมดคูณด้วย 100

ง. อัตราส่วนของปริมาตรของธาตุเทียบกับปริมาตรของสารประกอบคูณด้วย 100

23. ถ้าต้องการหาค่าร้อยละโดยมวลของออกซิเจน ในสารประกอบ H_2O ค่าที่ได้คือเท่าใด (มวลอะตอม H เท่ากับ 1 และ O = 16)

ก. 11.1 %

ข. 33.3 %

ค. 66.7 %

ง. 88.9 %

24. ข้อใดเป็นมวลร้อยละของ H ใน C_3H_8 (มวลอะตอม H = 1 และ C = 12)

ก. 36.24 %

ข. 15.54 %

ค. 41.33 %

ง. 18.18 %

25. ข้อใดอธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้ถูกต้อง

ก. สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุ

ข. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ

ค. สูตรที่แสดงการเชื่อมต่อของอะตอมของธาตุ

ง. สูตรที่แสดงจำนวนโมเลกุล

26. ข้อใดเป็นสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ร้อยละ 82.66 และธาตุไฮโดรเจน (H) (มวลอะตอม C = 12 , H = 1)

ก. CH_5

ข. C_2H_5

ค. CH

ง. C_3H_6

27. สารประกอบชนิดนึ่งพบว่ามีกำมะถัน (S) ร้อยละ 50.0 โดยมวล และออกซิเจน (O) ร้อยละ 50.0 โดยมวล สูตรอย่างง่ายสารสารนี้ตรงกับข้อใด(มวลอะตอม S = 32 , O = 16)

ก. SO_3

ข. SO

ค. SO_4

ง. SO_2

28. ข้อใดคือสูตรโมเลกุลของสาร

ก. HO

ข. KNO_3

ค. CH_2

ง. C_4H_{10}

29. สารประกอบชนิดหนึ่งมีสูตรอย่างง่ายเป็น CH_2O มีมวลโมเลกุลเป็น 180 สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้ตรงกับข้อใด (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , O = 16)

ก. $C_6H_{12}O_6$

ข. $C_6H_{10}O_5$

ค. $C_2H_{12}O$

ง. CHO_3

30. สารประกอบชนิดหนึ่งเกิดจากการรวมตัวของคาร์บอน (C) 6 กรัม ไฮโดรเจน (H) 1 กรัม และซัลเฟอร์ (S) 8 กรัม ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 240 สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้เป็นอย่างไร (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , S = 32)

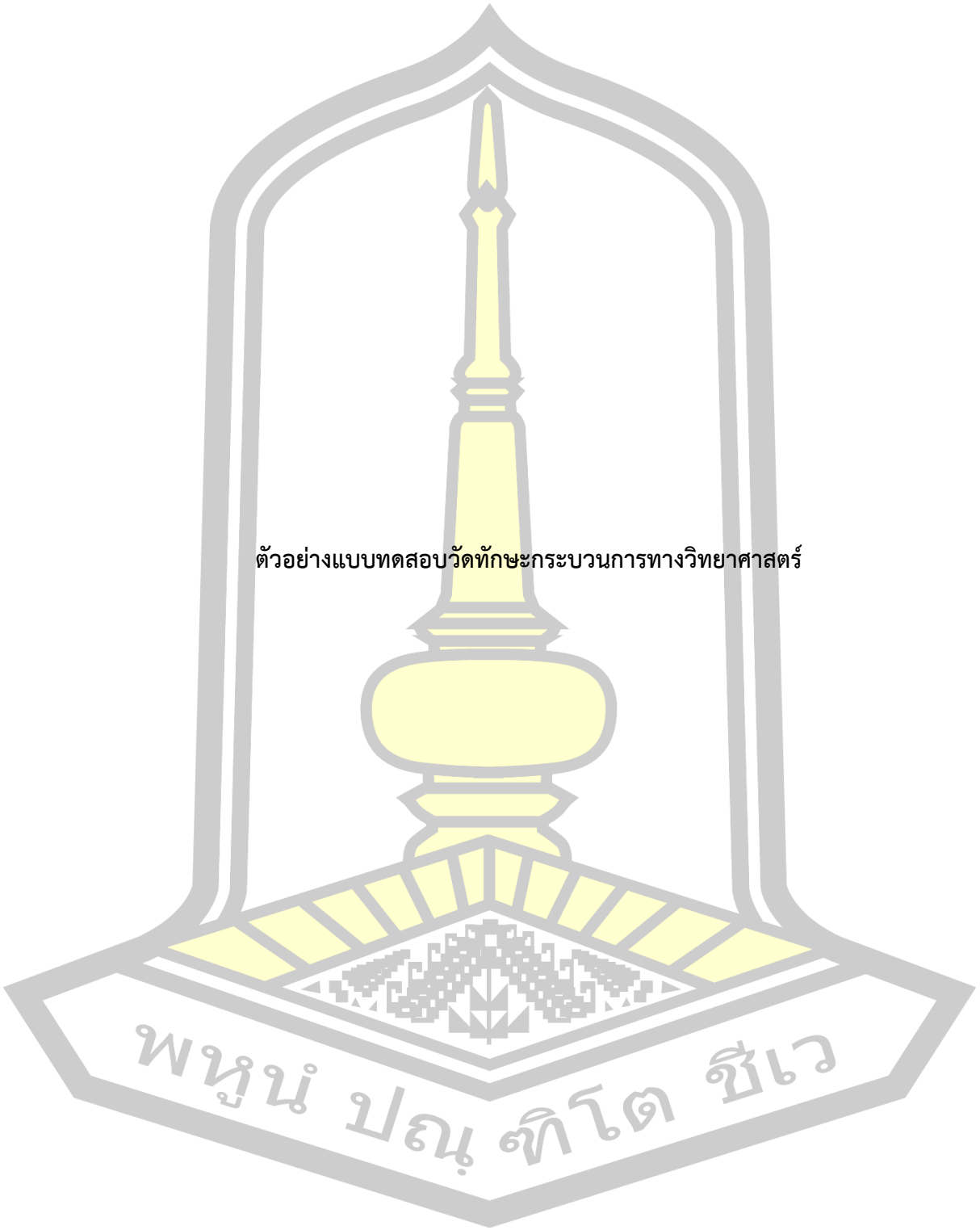
ก. $C_8H_{14}S_6$

ข. $C_8H_{16}S_4$

ค. $C_6H_{16}S_4$

ง. $C_6H_{16}S_6$

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โรงเรียนสารคามพิทยาคม

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง โมลและสูตรเคมี วิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (20 คะแนน)
2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลา 30 นาที
3. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 หน้า รวมหน้าปก

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการใช้จำนวน
2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ข้อปฏิบัติในการทดสอบ

1. ก่อนตอบคำถาม ให้เขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ลงในกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✖ คำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ตัวเลือกลงในกระดาษคำตอบ
3. อนุญาตให้ขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษออกจากห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตใช้เครื่องมือสื่อสารทุกชนิด

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ทักษะการใช้จำนวน (ข้อ1-7)

1. เลด(II)ไนเตรท ($Pb(NO_3)_2$) 99.30 กรัม มีกี่โมล (กำหนดให้มวลอะตอม Pb = 207 , N = 14 , O = 16)

ก. 0.1

ข. 0.3

ค. 0.5

ง. 0.7

2. แก๊สชนิดหนึ่ง จำนวน 0.25 โมล ที่สภาวะสมดุลและความดันมาตรฐาน มีปริมาตรกี่มิลลิลิตร

ก. 4700 ml

ข. 5000 ml

ค. 5600 ml

ง. 6200 ml

3. ข้อใดเป็นมวลโมเลกุลของแก๊สชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นที่ STP เป็น 1.79 กรัมต่อลิตร

ก. 20

ข. 40

ค. 60

ง. 80

4. ถ้านำแก๊สไนโตรเจน (N_2) 20 กรัม มาทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน (O_2) 45 กรัม พบว่าเกิดสารประกอบไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และมีแก๊สไนโตรเจนเหลืออยู่ 4.34 กรัม อัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบตรงกับข้อใด

ก. 1 : 1.44

ข. 1 : 1.10

ค. 1 : 2.87

ง. 1 : 2.98

5. สารประกอบทองแดง 1.5 กรัม มีทองแดง 1 กรัม และกำมะถัน 0.5 กรัม ร้อยละของธาตุทองแดงและกำมะถันเป็นเท่าใด

ก. 66.67 และ 33.33

ข. 33.33 และ 66.67

ค. 65.65 และ 34.65

ง. 34.65 และ 65.65

6. กรดชนิดหนึ่งประกอบไปด้วย C 40.90 % , H 4.55% และ O 54.5% โดยมวล สูตรเอมพิริคัลของกรดชนิดนี้ตรงกับข้อใด

ก. $C_3H_6O_3$

ข. $C_3H_4O_3$

ค. $C_6H_4O_6$

ง. $C_3H_6O_6$

7. สารประกอบชนิดหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน (C) ร้อยละ 40 ธาตุไฮโดรเจน (H) ร้อยละ 6.67 และที่เหลือเป็นธาตุออกซิเจน (O) กำหนดให้สารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 60 สูตรโมเลกุลของสารชนิดนี้ตรงกับข้อใด

ก. C_2H_4O

ข. C_2HO

ค. $C_2H_4O_2$

ง. $C_4H_2O_2$

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (ข้อ8-13)

8. ข้อใดต่อไปนี้คืออัตราส่วนโดยโมลของ $C_6H_5NO_2$

ก. 6 : 5 : 0 : 2

ข. 12 : 10 : 2 : 4

ค. 3 : 5 : 1 : 1

ง. 6 : 5 : 1 : 2

9. ในกรณีที่อัตราส่วนโดยโมลที่ตัวเลขหลังจุดทศนิยมระกว่าง 0.2 - 0.8 ต้องทำอย่างไร

ก. คูณด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม

ข. บวกด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม

ค. ลบด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม

ง. หารด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม

10. ร้อยละโดยมวลของธาตุ C , H และ O ในเอทานอล (CH_3CH_2OH) ข้อใดถูกต้อง (กำหนดมวลอะตอม C = 12 , H = 1 , O = 16)

ก. ร้อยละโดยมวลของธาตุ H>C>O

ข. ร้อยละโดยมวลของธาตุ O>C>H

ค. ร้อยละโดยมวลของธาตุ C>O>H

ง. ร้อยละโดยมวลของธาตุ O>H>C

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

11. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบได้ถูกต้องที่สุด

ก. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบเป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลของธาตุต่อจำนวนโมลของสารประกอบ

ข. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบเป็นค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุในสารนั้น

ค. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบจะคงที่เสมอไม่ว่าจะมาจากแหล่งใด

ง. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับจำนวนอะตอมในสารประกอบนั้น

12. สารประกอบชนิดหนึ่งมีสูตรอย่างง่ายเป็น CH และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 78 ข้อใดคือสูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1)

ก. CH

ข. C_6H_6

ค. C_2H_2

ง. C_4H_4

13. ในห้องปฏิบัติการพบสารตัวอย่างชนิดหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและออกซิเจน มีสูตรอย่างง่ายเป็น CO และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 28 ข้อใดเป็นสูตรโมเลกุลของสารนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , O = 16)

ก. C_2O

ข. C_2O_2

ค. CO

ง. CO_2

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (ข้อ14-20)

14. ข้อใดสรุปเกี่ยวกับสูตรเคมีได้ถูกต้อง

ก. สัญลักษณ์ที่แทนด้วยมวลโมเลกุล

ข. สัญลักษณ์ที่เขียนแทนด้วยธาตุและสารประกอบ

ค. ระบุจำนวนมวลอะตอมตามส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

ง. ระบุจำนวนมวลตามส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

15. ข้อใดกล่าวถึงสูตรเคมีได้**<u>ไม่ถูกต้อง</u>**

ก. กฎทรงมวล

ข. กฎสัดส่วนคงที่

ค. สูตรเอมพิริคัล

ง. สูตรอย่างง่าย

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

16. นักเรียนคนหนึ่งนำหินอ่อนมา พบว่ามี Ca 40% , C 12% , O 48% และหินปูน ($CaCO_3$) หนัก 3.5 กรัม พบว่ามี Ca 1.4 กรัม C 0.42 กรัม และ O 0.168 กรัม นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์คนนี้ต้องการสรุปว่าผลการทดลองนี้เป็นไปตามกฎของใคร

ก. กฎทรงมวล

ข. กฎสัดส่วนคงที่

ค. กฎอาโวกาโดร

ง. ของเกย์-ลูสแซก

17. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสูตรอย่างง่าย

ก. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ

ข. สูตรโมเลกุล

ค. สูตรที่แสดงจำนวนอะตอม

ง. สูตรที่แสดงมวลโมเลกุล

18. ข้อใดสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่ายได้ถูกต้องที่สุด

ก. สูตรโมเลกุลบอกจำนวนอะตอมที่แท้จริงในโมเลกุล ส่วนสูตรอย่างง่ายบอกอัตราส่วนที่น้อยที่สุดของอะตอมในสารประกอบนั้น

ข. สูตรอย่างง่ายมักจะมีจำนวนอะตอมมากกว่าสูตรโมเลกุล

ค. สูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่ายมีความหมายเหมือนกัน

ง. สูตรอย่างง่ายใช้ได้เฉพาะสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนเท่านั้น

19. ถ้าสารประกอบมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_6H_{12}O_6$ สูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้ตรงกับข้อใด

ก. CH_2O

ข. $C_2H_2O_4$

ค. CH_3O

ง. $C_3H_6O_3$

20. สูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่ายหาได้อย่างไร

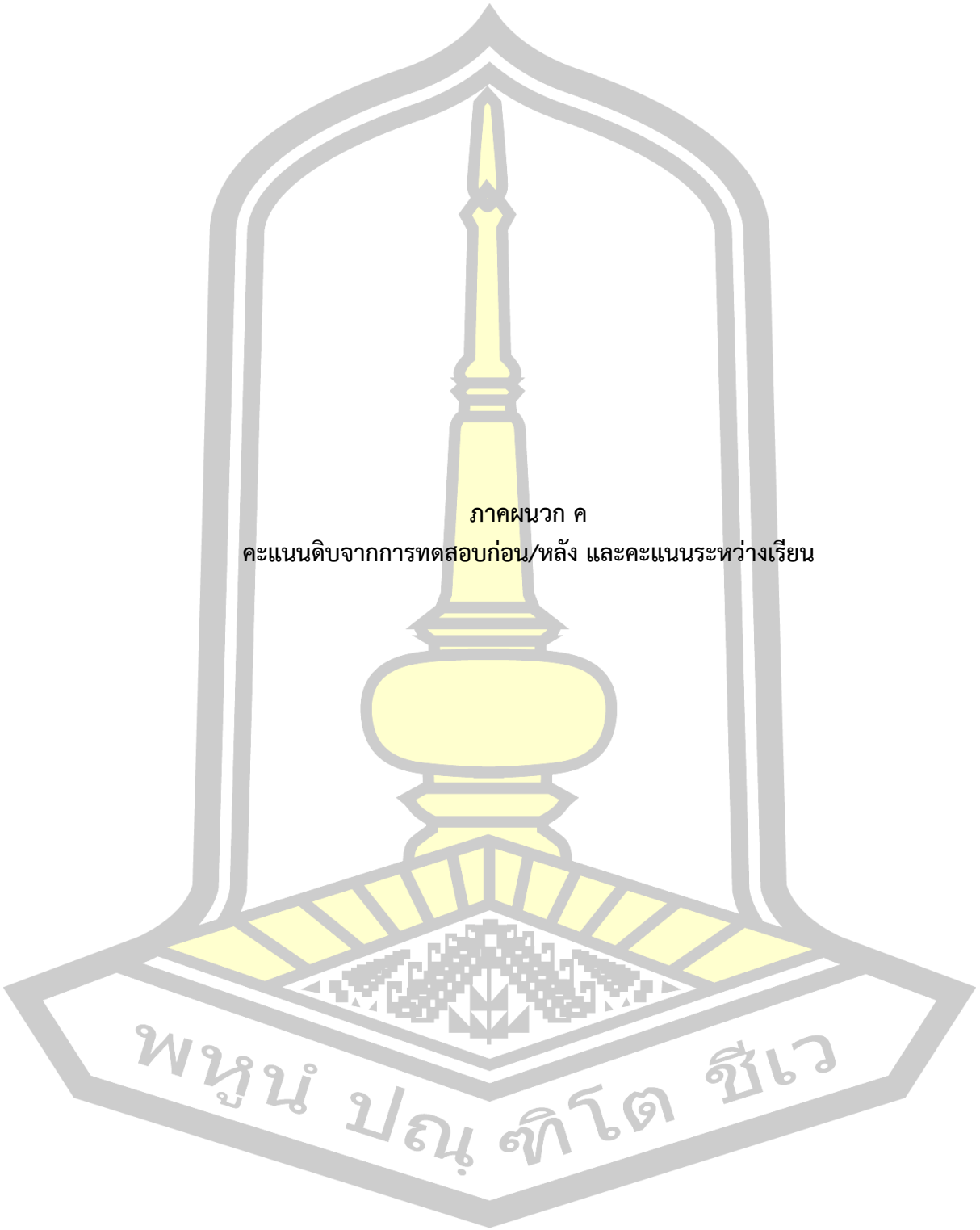
ก. คำนวณได้จากมวลโมเลกุล

ข. คำนวณได้จากธาตุและสารประกอบ

ค. คำนวณได้จากอัตราส่วนโดยโมล

ง. คำนวณได้จากมวลอะตอม

พหุน ปเณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ค

คะแนนดิบจากการทดสอบก่อน/หลัง และคะแนนระหว่างเรียน

ตาราง 12 คะแนนดิบจากการทดสอบก่อน/หลังของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม = 30)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ หลังเรียน (คะแนนเต็ม = 30)	สัดส่วนคะแนน ร้อยละ 50
1	8	19	31.67
2	11	22	36.67
3	7	20	33.33
4	7	19	31.67
5	12	21	35.00
6	8	19	31.67
7	14	22	36.67
8	10	21	35.00
9	8	23	38.33
10	10	19	31.67
11	14	20	33.33
12	5	21	35.00
13	7	19	31.67
14	9	24	40.00
15	11	18	30.00
16	14	23	38.33
17	13	22	36.67
18	13	26	43.33
19	9	21	35.00
20	13	24	40.00
21	8	20	33.33
22	9	17	28.33
23	15	23	38.33
24	10	19	31.67
25	9	21	35.00

ตาราง 12 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม = 30)	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (คะแนนเต็ม = 30)	สัดส่วนคะแนนร้อยละ 50
26	7	25	41.67
27	11	19	31.67
28	13	20	33.33
29	15	21	35.00
30	14	23	38.33
31	8	22	36.67
32	19	28	46.67
33	22	27	45.00
34	11	25	41.67
35	9	19	31.67
36	8	18	30.00
37	11	21	35.00
38	13	22	36.67
39	11	19	31.67
40	13	24	40.00
รวม	439	856.00	1426.67
ค่าเฉลี่ย	10.98	21.40	35.67
S.D.	3.42	2.57	4.28
ร้อยละ	36.58	71.33	71.33

ตาราง 13 คะแนนดิบจากการทดสอบก่อน/หลังของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม = 20)	คะแนนผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (คะแนนเต็ม = 20)	สัดส่วนคะแนนร้อยละ 50
1	7	12	30.00
2	8	15	37.50
3	5	12	30.00
4	5	13	32.50
5	8	14	35.00
6	6	15	37.50
7	5	14	35.00
8	7	13	32.50
9	10	12	30.00
10	6	13	32.50
11	13	14	35.00
12	7	15	37.50
13	8	14	35.00
14	11	16	40.00
15	6	13	32.50
16	9	14	35.00
17	9	14	35.00
18	10	17	42.50
19	8	13	32.50
20	6	14	35.00
21	6	15	37.50
22	8	13	32.50
23	11	15	37.50

ตาราง 13 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม = 20)	คะแนนผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (คะแนนเต็ม = 20)	สัดส่วนคะแนนร้อยละ 50
24	8	13	32.50
25	7	15	37.50
26	7	17	42.50
27	6	12	30.00
28	6	15	37.50
29	13	15	37.50
30	6	16	40.00
31	7	15	37.50
32	13	17	42.50
33	13	20	50.00
34	11	16	40.00
35	4	16	40.00
36	6	12	30.00
37	4	14	35.00
38	11	15	37.50
39	9	14	35.00
40	8	16	40.00
รวม	318	578.00	1445.00
ค่าเฉลี่ย	7.95	14.45	36.13
S.D.	2.52	1.69	4.23
ร้อยละ	39.75	72.25	72.25

ตาราง 14 คะแนนดิบระหว่างเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

คนที่	คะแนนดิบระหว่างเรียน																				สัดส่วนคะแนน (50 : 50)		รวมคะแนนเต็ม 100 คะแนน
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9		แผนที่ 10		รวม 10 แผน				
	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย(12)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (108)	แบบทดสอบย่อย (84)	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	
1	4	6	4	6	5	7	4	5	4	7	4	6	13	5	14	4	14	4	13	3	79	53	36.57	31.55	68.12
2	4	7	4	6	4	9	3	7	4	6	4	7	12	6	13	5	14	4	14	5	76	62	35.19	36.90	72.09
3	4	7	4	7	4	8	3	6	4	6	4	6	14	6	13	4	12	5	12	5	74	60	34.26	35.71	69.97
4	4	5	4	7	5	6	4	7	4	5	4	6	13	6	13	4	14	5	12	4	77	55	35.65	32.74	68.39
5	4	7	5	6	3	8	4	8	3	7	5	8	13	7	13	4	13	4	14	4	77	63	35.65	37.50	73.15
6	4	6	4	6	4	10	3	5	4	6	4	6	13	5	13	3	12	4	12	4	73	55	33.80	32.74	66.53
7	4	7	4	6	4	9	4	7	4	7	4	6	12	7	13	4	12	5	11	5	72	63	33.33	37.50	70.83
8	4	6	5	6	5	7	5	8	5	7	4	6	13	6	14	6	12	4	13	3	80	59	37.04	35.12	72.16

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	คะแนนดิบระหว่างเรียน																				สัดส่วนคะแนน (50 : 50)		รวมคะแนน 100 คะแนน
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9		แผนที่ 10		รวม 10 แผน				
	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย(12)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (108)	แบบทดสอบย่อย (84)	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	
9	4	6	4	7	4	9	4	6	4	5	5	6	14	7	14	5	13	5	13	4	79	60	36.57	35.71	72.29
10	4	6	5	6	5	8	4	6	3	6	4	6	13	6	13	4	12	4	12	4	75	56	34.72	33.33	68.06
11	4	6	4	7	4	9	4	7	4	6	4	7	13	6	13	4	14	4	13	4	77	60	35.65	35.71	71.36
12	4	7	4	6	4	8	5	7	5	6	4	7	14	6	13	4	12	4	14	4	79	59	36.57	35.12	71.69
13	4	6	4	5	4	9	4	6	4	7	4	6	14	5	14	4	13	4	13	4	78	56	36.11	33.33	69.44
14	5	8	5	8	5	9	5	7	5	8	5	8	14	7	15	3	13	4	15	4	87	66	40.28	39.29	79.56
15	4	7	5	5	5	8	4	5	4	7	5	7	12	7	14	4	12	4	13	4	78	58	36.11	34.52	70.63
16	4	6	5	7	4	8	3	6	4	6	5	7	14	7	13	4	13	4	14	5	79	60	36.57	35.71	72.29

ตาราง 14 (ต่อ)

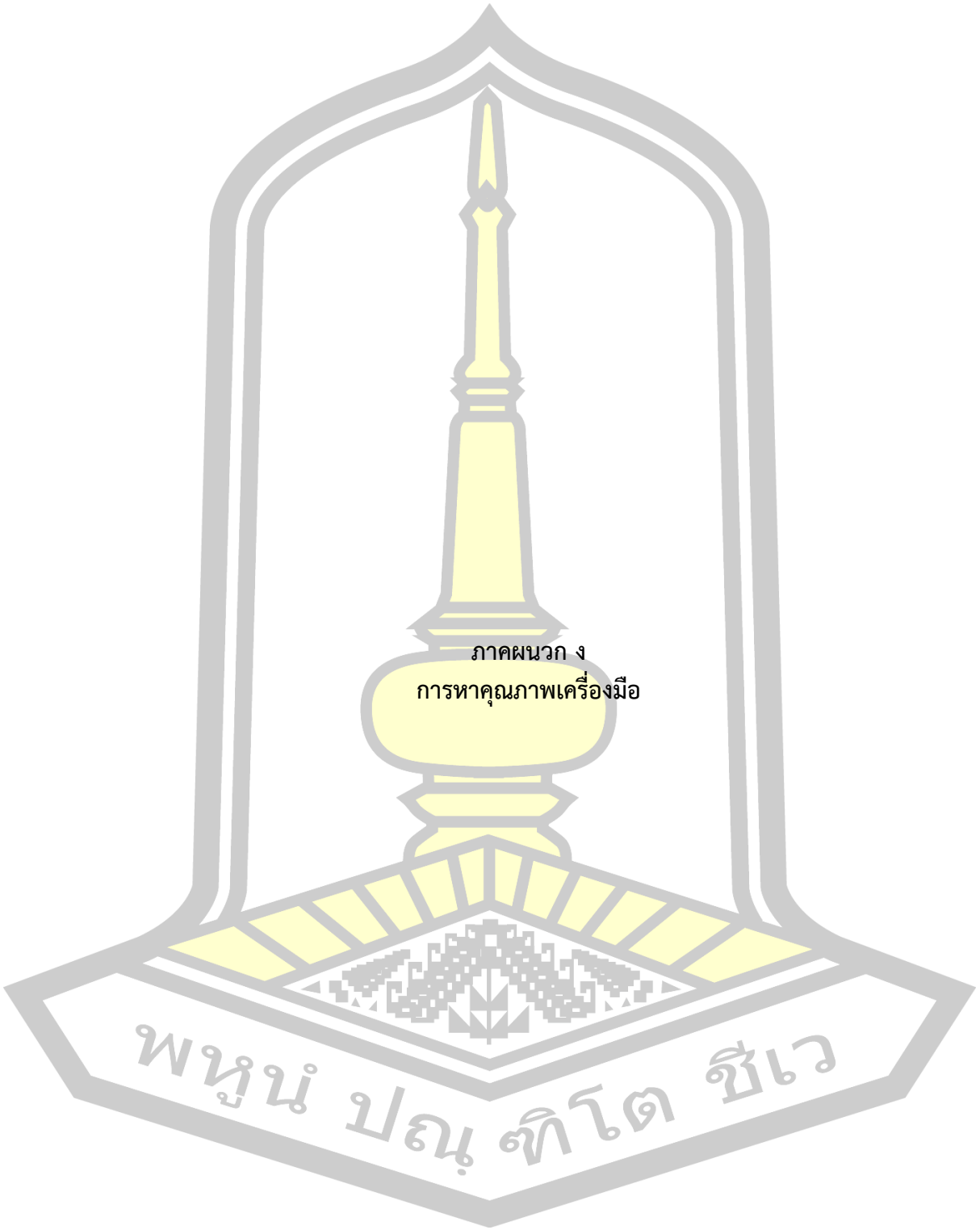
คนที่	คะแนนดิบระหว่างเรียน																				สัดส่วนคะแนน (50 : 50)		คะแนนเต็ม 100 คะแนน
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9		แผนที่ 10		รวม 10 แผน				
	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย(12)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (108)	แบบทดสอบย่อย (84)	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	
17	4	7	4	6	5	9	4	6	4	7	5	5	14	7	14	5	12	5	13	4	79	61	36.57	36.31	72.88
18	5	8	5	7	5	10	5	8	6	7	5	7	16	8	15	6	15	5	14	5	91	71	42.13	42.26	84.39
19	5	5	3	6	4	9	3	7	4	6	4	6	15	6	14	4	14	4	13	4	79	57	36.57	33.93	70.50
20	4	7	3	6	5	8	5	7	5	6	4	6	14	7	14	5	13	5	12	4	79	61	36.57	36.31	72.88
21	5	6	4	6	4	8	4	6	4	7	5	7	13	7	13	5	13	4	14	4	79	60	36.57	35.71	72.29
22	4	6	4	6	5	7	4	7	4	7	4	6	13	5	14	5	14	4	13	4	79	57	36.57	33.93	70.50
23	5	7	5	8	4	10	5	6	4	6	5	5	15	6	15	5	16	5	14	4	88	62	40.74	36.90	77.65
24	4	6	4	7	3	8	4	6	4	7	4	6	12	7	12	3	13	4	14	4	74	58	34.26	34.52	68.78

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	คะแนนดิบระหว่างเรียน																				สัดส่วนคะแนน (50 : 50)		คะแนนเต็ม 100 คะแนน
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9		แผนที่ 10		รวม 10 แผน				
	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย(12)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (108)	แบบทดสอบย่อย (84)	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	
25	4	5	4	5	5	8	4	5	4	6	4	7	13	6	14	4	14	4	13	5	79	55	36.57	32.74	69.31
26	5	6	5	7	4	9	4	8	4	5	4	5	13	6	14	4	13	4	14	5	80	59	37.04	35.12	72.16
27	5	6	4	6	4	9	4	5	3	6	4	7	14	6	13	4	13	4	13	4	77	57	35.65	33.93	69.58
28	4	7	4	7	5	8	4	6	5	7	4	7	12	6	13	5	13	4	14	5	78	62	36.11	36.90	73.02
29	4	7	4	6	4	9	4	5	4	7	4	5	13	6	12	5	12	4	13	5	74	59	34.26	35.12	69.38
30	3	6	4	6	3	8	4	6	5	7	4	7	14	8	13	4	12	4	13	5	75	61	34.72	36.31	71.03
31	5	8	5	7	5	10	5	6	5	7	5	6	14	7	15	4	13	4	15	4	87	63	40.28	37.50	77.78
32	5	8	5	7	5	11	5	9	6	8	5	8	15	8	16	6	15	6	16	6	93	77	43.06	45.83	88.89

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	คะแนนดิบระหว่างเรียน																				สัดส่วนคะแนน (50 : 50)		ร้อยละ 100 คะแนน
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9		แผนที่ 10		รวม 10 แผน				
	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย(12)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (6)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (9)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (18)	แบบทดสอบย่อย (6)	ใบกิจกรรม (108)	แบบทดสอบย่อย (84)	ใบกิจกรรม (50)	แบบทดสอบย่อย (50)	
33	5	8	5	9	5	9	5	9	6	8	5	7	15	9	16	5	15	6	16	6	93	76	43.06	45.24	88.29
34	5	7	5	7	5	8	5	7	6	7	5	6	16	8	15	5	15	5	14	4	91	64	42.13	38.10	80.22
35	5	6	4	6	4	7	4	6	4	6	4	7	13	6	14	5	14	4	13	4	79	57	36.57	33.93	70.50
36	4	6	5	7	4	8	4	6	4	7	4	6	14	7	13	4	14	5	13	4	79	60	36.57	35.71	72.29
37	4	8	4	8	4	9	4	7	4	7	4	8	14	6	13	4	13	4	14	4	78	65	36.11	38.69	74.80
38	4	5	4	5	4	7	5	7	5	7	4	6	14	8	14	5	13	5	12	5	79	60	36.57	35.71	72.29
39	4	5	4	5	5	8	4	7	4	6	4	5	13	7	13	4	14	4	13	4	78	55	36.11	32.74	68.85
40	5	6	5	7	4	10	5	7	4	6	5	8	15	7	15	5	16	4	14	5	88	65	40.74	38.69	79.43



ภาคผนวก ง
การหาคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมของรายละเอียดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และเกณฑ์การพิจารณา 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ระดับคะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
ระดับคะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ระดับคะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
ระดับคะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

และกำหนดเกณฑ์การตัดสินเพื่อแปลความหมายระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.59 หมายถึง เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

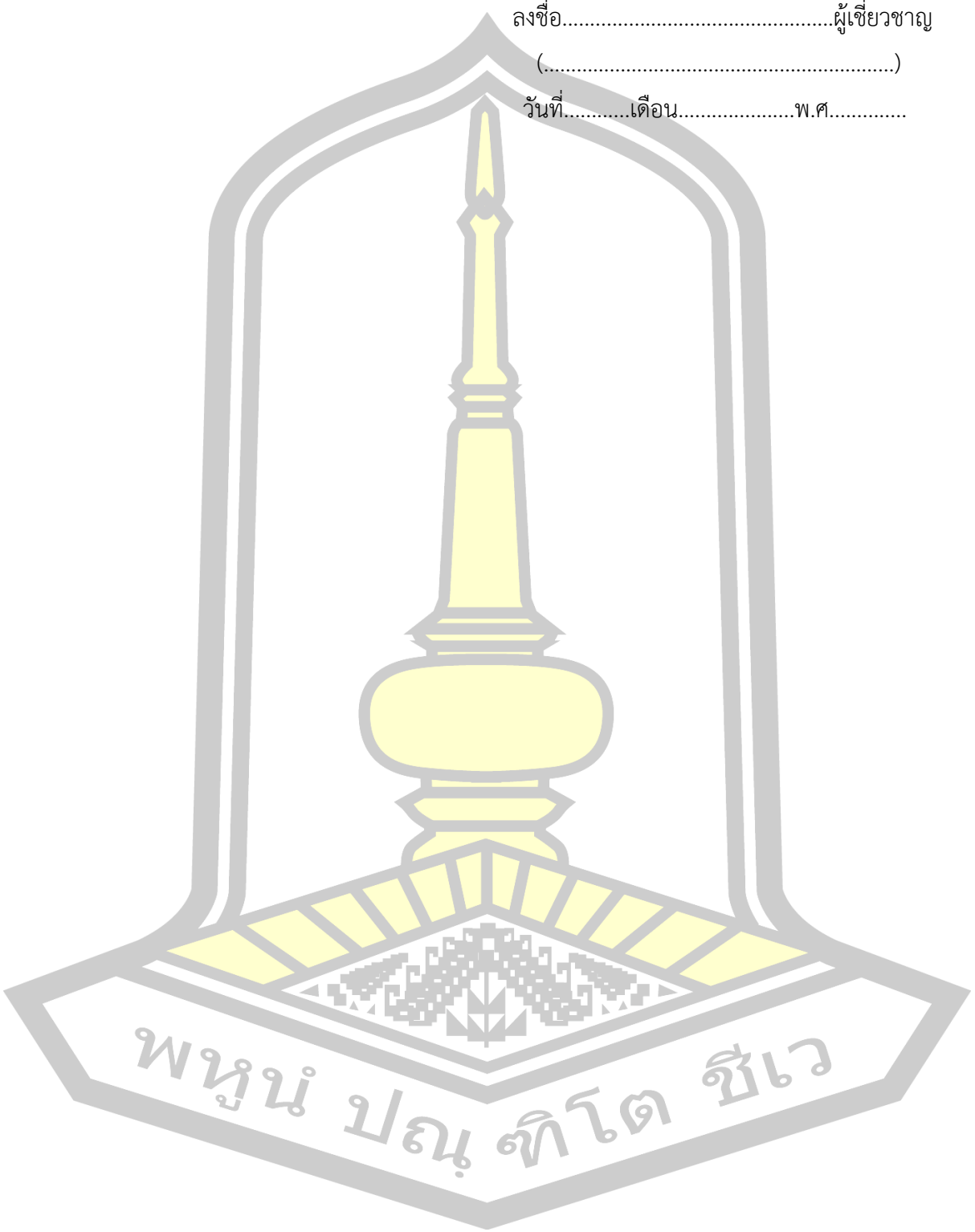
พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ข้อที่	รายการ	ความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียน					
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินผลได้					
4	ความเหมาะสมของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR 4.1 ขั้นนำ					
	4.2 ขั้นสอน ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์ ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ					
	4.3 ขั้นสรุป					
5	การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
6	สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
7	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
8	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินมีความสอดคล้องกัน					
9	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกัน					
10	เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสม					
11	แผนการจัดการเรียนรู้นี้สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้จริง					

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR
เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR ผู้ศึกษาได้จัดทำขึ้นเพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ โดยวัดคะแนนที่ได้จากการสอบ ซึ่งใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการจัดกิจกรรมแบบกลวิธี STAR ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง โมลและสูตรเคมี เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมลและสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์	1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
	มวลอะตอมเฉลี่ย	1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรแก๊สที่ STP	ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและจำนวนอนุภาคของสาร	1. อธิบายความหมายของโมลและเลขอาโวกาโดรได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและจำนวนอนุภาคของสารได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
	ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสารได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรแก๊สที่ STP (ต่อ)	ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร (ต่อ)	2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสารได้	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2
	ความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรแก๊สที่ STP (ต่อ)	ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสารและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	2	1	-		-	-	2	1
		2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสารและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่	กฎสัดส่วนคงที่	1. อธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ (ต่อ)	ร้อยละโดยมวลของธาตุ	1. อธิบายความหมายของร้อยละโดยมวลของธาตุได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร	สูตรอย่างง่าย	1. อธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณสูตรอย่างง่ายจากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบได้	-	-	-	-	-	-	3	2	3	2

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้(ข้อ)								รวม	
			จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร (ต่อ)	สูตรโมเลกุลของสาร	1. อธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสาร	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
		2. คำนวณสูตรโมเลกุลของสารจากสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุลของสารได้	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2
รวม			8	4	12	6	18	12	12	8	50	30

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ผู้เชี่ยวชาญโปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่านที่พิจารณาแล้วเห็นว่าถือเป็นข้อเลือกที่เหมาะสม หากมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะนำเพิ่มเติมกรุณาเขียนลงในช่องว่างที่กำหนดให้ กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัย มีดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าสร้างข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ขอบพระคุณท่านเสียสละเวลาในการประเมิน

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
1. มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์	1.1 อธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	1. ข้อใดอธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุได้ถูกต้องที่สุด ก. มวลอะตอมของธาตุคือมวลรวมของอะตอมทั้งหมดที่มีอยู่ในสารนั้น ข. มวลอะตอมของธาตุคือมวลของอะตอมแต่ละชนิดเทียบกับมวลของคาร์บอน-12 ค. มวลอะตอมของธาตุคือมวลที่ใช้บอกจำนวนอะตอมของธาตุในสารประกอบ ง. มวลอะตอมของธาตุคือมวลที่ใช้บอกปริมาณของสารที่มีธาตุนั้นอยู่เท่านั้น เฉลยข้อ ข. มวลอะตอมของธาตุคือมวลของอะตอมแต่ละชนิดเทียบกับมวลของคาร์บอน-12	ความเข้าใจ				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
1. มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์ (ต่อ)	1.1 อธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้ (ต่อ)	2. ข้อใดกล่าวถึงมวลอะตอมสัมพัทธ์ได้ถูกต้อง ก. สารประกอบไอออนิกมีมวลโมเลกุล ข. ไม่มีหน่วย เพราะเป็นมวลเปรียบเทียบ ค. มีค่าเท่ากับ 1.66×10^{24} ง. เป็นมวลของธาตุ 10 อะตอม เฉลยข้อ ข. ไม่มีหน่วย เพราะเป็นมวลเปรียบเทียบ	ความเข้าใจ				
	1.2 คำนวณมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	3. ออกซิเจน 1 อะตอม มีมวล 26.56×10^{-24} กรัม จะมีมวลอะตอมเท่าใด ก. 1.66 ข. 32 ค. 16 ง. 48 เฉลยข้อ ค. 16	ประยุกต์ใช้				
		4. ธาตุ A จำนวน 40 อะตอม มีมวล 4.25×10^{-21} กรัม มวลอะตอมของธาตุ A ตรงกับข้อใด ก. 64 ข. 16 ค. 24 ง. 32 เฉลยข้อ ก. 64					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
1. มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์ (ต่อ)	1.2 คำนวณมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้ (ต่อ)	5. ข้อใดคือมวลเป็นกรัมของธาตุฟลูออรีน เมื่อธาตุฟลูออรีน 20 อะตอม มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ เท่ากับ 19 ก. 3.20×10^{-24} ข. 6.30×10^{-22} ค. 9.33×10^{-23} ง. 5.12×10^{-24} เฉลยข้อ ข. 6.30×10^{-22}	ประยุกต์ใช้				
2. มวลอะตอมเฉลี่ย	2.1 อธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	6. ข้อใดกล่าวถึงมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ถูกมากต้องที่สุด ก. เกิดจากสารประกอบรวมตัวกัน ข. ได้จากการเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป ค. เป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ง. ผลรวมของโปรตรอนและนิวตรอน เฉลยข้อ ข. ได้จากการเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป	จำ				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
2. มวลอะตอมเฉลี่ย (ต่อ)	2.1 อธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ (ต่อ)	7. ข้อใดอธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ถูกต้องที่สุด ก. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือมวลของอะตอมธาตุที่เบาที่สุด ข. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือมวลของนิวเคลียสในอะตอมธาตุนั้น ค. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือค่าเฉลี่ยของมวลอะตอมของไอโซโทปต่างๆ ของธาตุ โดยคำนึงถึงสัดส่วนของไอโซโทปเหล่านั้นในธรรมชาติ ง. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือมวลรวมของโปรตอนและนิวตรอนในอะตอมธาตุนั้น เฉลย ค. มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคือค่าเฉลี่ยของมวลอะตอมของไอโซโทปต่างๆ ของธาตุ โดยคำนึงถึงสัดส่วนของไอโซโทปเหล่านั้นในธรรมชาติ	จำ				
	2.2 คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	8. ธาตุ A มี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอม 20 21 และ 22 ตามลำดับ และมีปริมาณในธรรมชาติร้อยละ 91.93 0.27 และ 8.80 ตามลำดับ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ A ตรงกับข้อใด ก. 20.17 ข. 20.38 ค. 20.86 ง. 20.97 เฉลย ข้อ ข. 20.38	ประยุกต์ใช้				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
2. มวลอะตอมเฉลี่ย (ต่อ)	2.2 คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ (ต่อ)	9. ธาตุ W เป็นธาตุที่มีไอโซโทปเสถียร 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอม 23.99 24.99 และ 25.99 ร้อยละที่พบในธรรมชาติ 79 10 และ 11 ตามลำดับ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ W ตรงกับข้อใด ก. 20.36 ข. 21.20 ค. 24.31 ง. 25.01 เฉลย ข้อ ค. 24.31	ประยุกต์ใช้				
		10. ธาตุ Y พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{107}Y มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.90 และ ^{109}Y มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 48.16 ถ้าธาตุ Y มีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.87 มวลอะตอมของธาตุ ^{109}Y ตรงกับข้อใด ก. 108.91 ข. 110.23 ค. 111.74 ง. 111.98 เฉลย ข้อ ก. 108.91					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
3. ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและจำนวนอนุภาคของสาร	3.1 อธิบายความหมายของโมลและเลขอาโวกาโดรได้	11. ข้อใดกล่างถูกต้อง ก. สารใด ๆ 1 โมล มีจำนวนอนุภาค ข. เลขอาโวกาโด บอกค่าจำนวนโมเลกุล ค. โมลเป็นหน่วยเล็กแสดงจำนวนอนุภาคของสาร ง. การบอกปริมาณสารเคมีบอกเป็นกรัม เฉลย ข้อ ก. สารใด ๆ 1 โมล มีจำนวนอนุภาค	จำ				
		12. สารประกอบ A 1 โมล จะมีจำนวนอะตอมของ A เท่ากับเท่าใด ก. 1.02×10^{23} อะตอม ข. 1.02×10^{24} อะตอม ค. 6.02×10^{24} อะตอม ง. 6.02×10^{23} อะตอม เฉลย ข้อ ง. 6.02×10^{23} อะตอม					
	3.2 คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสารได้	13. ภาชนะใบหนึ่งบรรจุกรดไนตริก (HNO_3) จำนวนหนึ่งประกอบด้วยธาตุออกซิเจน (O) 4.03×10^{23} อะตอม กรดไนตริกจำนวนนี้มีกี่โมล ก. 0.223 ข. 0.335 ค. 0.669 ง. 1.339 เฉลย ข้อ ค. 0.669	ประยุกต์ใช้				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
3. ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและจำนวนอนุภาคของสาร (ต่อ)	3.2 คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสารได้ (ต่อ)	14. แก๊สออกซิเจน (O_2) 0.15 โมล มีกี่โมเลกุล ก. 6.02×10^{23} ข. 12.02×10^{23} ค. 9.03×10^{23} ง. 9.03×10^{22} เฉลย ข้อ ง. 9.03×10^{22}	ประยุกต์ใช้				
		15. โพแทสเซียม (K^+) 100 ไอออน มีกี่โมล ก. 6.02×10^{23} ข. 3.32×10^{-23} ค. 1.66×10^{-22} ง. 9.03×10^{22} เฉลย ข้อ ค. 1.66×10^{-22}					
4. ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร	4.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้	16. มวลของอนุภาคที่มีจำนวน 1 โมล หมายถึงข้อใด ก. มวลโมเลกุล ข. สูตรเคมี ค. มวลต่อโมล ง. มวลสูตร เฉลย ข้อ ค. มวลต่อโมล	เข้าใจ				

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
4. ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร (ต่อ)	4.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้ (ต่อ)	17. ข้อใดหมายถึงมวลต่อโมล ก. สารใด ๆ 1 โมล มีจำนวนอนุภาค ข. คาร์บอน 2 โมล มีจำนวนอนุภาค 6.02 x 10^{23} อะตอม ค. มวลเป็นกรัมของหน่วยอนุภาคโมลสาร ง. H_2 มีอะตอมเท่ากับ 2 แสดงว่า H_2 1 โมล มีมวล 2 กรัม เฉลย ข้อ ค. มวลเป็นกรัมของหน่วยอนุภาคโมลสาร	เข้าใจ				
	4.2 คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้	18. ธาตุออกซิเจน (O) จำนวน 16 กรัม มีกี่โมล (กำหนดให้มวลอะตอมของ O เท่ากับ 16) ก. 1 โมล ข. 0.5 โมล ค. 0.1 โมล ง. 2 โมล เฉลย ข. 0.5 โมล	วิเคราะห์				
		19. จำนวนโมลของ NaCl ที่มีมวล 58.5 กรัม มีกี่โมล (กำหนดให้มวลอะตอมของ Na = 23 และ Cl = 35.5) ก. 1 โมล ข. 1.75 โมล ค. 2.5 โมล ง. 2 โมล เฉลย ก. 1 โมล					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
4. ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร (ต่อ)	4.2 คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้ (ต่อ)	20. ธาตุคาร์บอน (C) 2.25 โมล มีมวลกี่กรัม (มวลอะตอมของ C = 12) ก. 24 กรัม ข. 25 กรัม ค. 26 กรัม ง. 27 กรัม เฉลย ง. 27 กรัม	วิเคราะห์				
5. ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP	5.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	21. แก๊สใด ๆ 1 โมล จะมีปริมาตร 22.4 ลิตร หมายถึงข้อใด ก. อุณหภูมิ ข. ความดัน ค. ปริมาตรต่อโมล ง. ปริมาตรต่ออุณภูมิ เฉลย ค. ปริมาตรต่อโมล	เข้าใจ				
		22. ปริมาตรของแก๊ส 1 โมล ที่อุณภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 atm คือ กี่ลิตร ก. 1 ลิตร ข. 11.2 ลิตร ค. 22.4 ลิตร ง. 24 ลิตร เฉลย ค. 22.4 ลิตร					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
5. ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP (ต่อ)	5.2 คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	23. แก๊สออกซิเจน (O_2) 0.2 โมล จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP ก. 2.24 ข. 22.4 ค. 4.48 ง. 44.8 เฉลย ค. 4.48	ประยุกต์ใช้				
		24. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาตรเป็น 4 เท่า ของแก๊สออกซิเจน (O_2) 1.5 โมล จงหาว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีกี่โมลที่ STP ก. 6 ข. 9 ค. 11 ง. 13 เฉลย ก. 6					
		25. แก๊สโอโซน (O_3) ปริมาตร 11.2 ลิตร ที่สภาวะ STP คิดเป็นกี่โมล ก. 1 ข. 0.5 ค. 2 ง. 1.5 เฉลย ข. 0.5					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
6. ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP	6.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	26. จำนวนโมล ของสารในข้อใดน้อยที่สุด ก. แก๊ส He 6.02 x 10^{21} อะตอม ข. แก๊ส CO_2 0.1 โมล ค. โซเดียมไอออน 1.204 X 10^{22} ไอออน ง. แก๊ส N_2 2.24 dm^3 เฉลย ก. แก๊ส He 6.02 x 10^{21} อะตอม	เข้าใจ				
		27. แก๊ส Z 1 โมเลกุล มี 3 อะตอม ถ้าแก๊ส Z 112 ลิตร ที่สภาวะ STP มีกี่อะตอม ก. 1.505 x 10^{25} ข. 1.204 x 10^{25} ค. 9.03 x 10^{24} ง. 60.2 x 10^{23} เฉลย ค. 9.03 x 10^{24}					
	6.2 คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	28. แก๊ส A มีสูตรโมเลกุลเป็น A_3 ถ้ามีแก๊สนี้อยู่ 6.02 x 10^{23} อะตอม จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP ก. 7.47 dm^3 ข. 11.2 dm^3 ค. 14.94 dm^3 ง. 22.4 dm^3 เฉลย ก. 7.47 dm^3	วิเคราะห์				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
6. ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP (ต่อ)	6.2 คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้ (ต่อ)	29. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 6.02×10^{20} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรเท่าใดที่ STP (กำหนดให้มวลอะตอม N = 14 และ O = 16) ก. 0.920 กรัม และ 0.448 ลิตร ข. 0.096 กรัม และ 0.045 ลิตร ค. 0.460 กรัม และ 0.224 ลิตร ง. 0.046 กรัม และ 0.022 ลิตร เฉลย ง. 0.046 กรัม และ 0.022 ลิตร	วิเคราะห์				
		30. แก๊สชนิดหนึ่งปริมาตร 67.2 ลิตร ที่ STP จะมีกี่โมเลกุล ก. 1.806×10^{24} โมเลกุล ข. 2.907×10^{24} โมเลกุล ค. 3.005×10^{24} โมเลกุล ง. $4.88\ 2 \times 10^{24}$ โมเลกุล เฉลย ก. 1.806 x 1024 โมเลกุล					
7. กฎสัดส่วนคงที่	7.1 อธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้	31. ข้อใดกล่าวถึงกฎสัดส่วนคงที่ได้ถูกต้อง ก. สารประกอบจะประกอบด้วยธาตุในสัดส่วนมวล ที่แตกต่างกันตามแต่ละแหล่งที่มา ข. สารประกอบจะประกอบด้วยธาตุในสัดส่วนมวลที่คงที่เสมอ ค. ธาตุสามารถประกอบกันได้ในทุกสัดส่วนมวล ง. สารประกอบบางชนิดอาจมีธาตุในสัดส่วนมวลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการทางเคมี	จำ				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
7. กฎสัดส่วนคงที่ (ต่อ)	7.1 อธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้ (ต่อ)	เฉลย ข. สารประกอบจะประกอบด้วยธาตุในสัดส่วนมวลที่คงที่เสมอ					
		32. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ ก. ธาตุ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดสารประกอบอัตราส่วนโดยมวลของธาตุมีค่าคงที่เสมอ ข. ไอออนบวกรวมตัวกันเกิดสารประกอบอัตราส่วนโดยมวลของธาตุมีค่าคงที่เสมอ ค. จำนวนอนุภาครวมตัวกันเกิดสารประกอบอัตราส่วนโดยมวลของธาตุมีค่าคงที่เสมอ ง. แก๊สรวมตัวกันเกิดสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุมีค่าคงที่เสมอ เฉลย ก. ธาตุ 2 ชนิดขึ้นไป รวมตัวกันเกิดสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุมีค่าคงที่เสมอ	จำ				
	7.2 คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้	33. สารประกอบ XY 100 g ประกอบไปด้วย X 40 กรัม และ B 60 กรัม จะมีอัตราส่วนโดยมวล A : B เท่าใด ก. 2 : 3 ข. 3 : 2 ค. 1 : 2 ง. 2 : 1 เฉลย ก. 2 : 3	วิเคราะห์				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
7. กฎสัดส่วนคงที่ (ต่อ)	7.2 คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้ (ต่อ)	34. เมื่อเผาโลหะแมกนีเซียม (Mg) 2.64 กรัม จะได้แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เกิดขึ้น 4.4 กรัม และ โลหะแมกนีเซียมมา 2.424 กรัม เผากับแก๊สออกซิเจน (O_2) 1.616 กรัม จะเกิดเป็นแมกนีเซียมออกไซด์ทั้งหมด ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่ จะมีส่วนสัดอย่างต่ำของ Mg : O_2 เท่าใด ก. 2 : 3 ข. 1 : 2 ค. 3 : 2 ง. 1 : 1 เฉลย ง. 1 : 1	วิเคราะห์				
		35. เมื่อเผาแคลเซียม (Ca) 4 กรัม จะรวมตัวพอดีกับแก๊สออกซิเจน (O_2) 1.6 กรัม เกิดเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ถ้ามีธาตุแคลเซียม 10 กรัม จะต้องใช้แก๊สออกซิเจนอย่างน้อยที่สุดกี่กรัม และเกิดแคลเซียมออกไซด์มากที่สุดกี่กรัม ก. 14 และ 4 ข. 2 และ 10 ค. 4 และ 14 ง. 10 และ 4 เฉลย ค. 4 และ 14					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
8. ร้อยละโดยมวลของธาตุ	8.1 อธิบายความหมายของร้อยละโดยมวลของธาตุได้	36. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของร้อยละโดยมวลของธาตุได้ถูกต้อง ก. อัตราส่วนโดยมวลต่อโมเลกุล ข. สารทำปฏิกิริยาพอดีกัน ค. อัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบแสดงอยู่ในรูปของร้อยละ ง. กฎสัดส่วนคงที่ เฉลย ค. อัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบแสดงอยู่ในรูปของร้อยละ	เข้าใจ				
		37. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบหมายถึงอะไร ก. อัตราส่วนของจำนวนโมลของธาตุเทียบกับโมลของสารประกอบคูณด้วย 100 ข. อัตราส่วนของจำนวนอะตอมของธาตุเทียบกับอะตอมในสารประกอบคูณด้วย 100 ค. อัตราส่วนของมวลของธาตุเทียบกับมวลของสารประกอบทั้งหมดคูณด้วย 100 ง. อัตราส่วนของปริมาตรของธาตุเทียบกับปริมาตรของสารประกอบคูณด้วย 100 เฉลย ค. อัตราส่วนของมวลของธาตุเทียบกับมวลของสารประกอบทั้งหมดคูณด้วย 100					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
8. ร้อยละโดยมวลของธาตุ	8.2 คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้	38. สารประกอบ Z_3O_4 ประกอบด้วยธาตุ Z ร้อยละ 72.03 ธาตุออกซิเจน (O) ร้อยละ 29.27 โดยมวล มวลอะตอมของ Z จะเป็นเท่าไร (มวลอะตอมของ O = 16) ก. 49.35 ข. 53.01 ค. 72.31 ง. 24.56 เฉลย ข. 53.01	ประยุกต์ใช้				
		39. ถ้าต้องการหาค่าร้อยละโดยมวลของออกซิเจน ในสารประกอบ H_2O ค่าที่ได้คือเท่าใด (มวลอะตอม H เท่ากับ 1 และ O = 16) ก. 11.1 % ข. 33.3 % ค. 66.7 % ง. 88.9 % เฉลย ง. 88.9 %					
		40. ข้อใดเป็นมวลร้อยละของ H ใน C_3H_8 (มวลอะตอม H = 1 และ C = 12) ก. 36.24 % ข. 15.54 % ค. 41.33 % ง. 18.18 % เฉลย ง. 18.18 %					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
9. สูตรอย่างง่าย	9.1 อธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้	41. ข้อใดอธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้ถูกต้อง ก. สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุ ข. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ ค. สูตรที่แสดงการเชื่อมต่อของอะตอมของธาตุ ง. สูตรที่แสดงจำนวนโมเลกุล เฉลย ข้อ ข. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ	เข้าใจ				
		42. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของสูตรอย่างง่ายได้ถูกต้อง ก. สูตรอย่างง่ายบอกชนิดของธาตุและจำนวนอะตอมทั้งหมดในสารหนึ่งโมเลกุล ข. สูตรอย่างง่ายบอกอัตราส่วนที่น้อยที่สุดของจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดในสาร ค. สูตรอย่างง่ายบอกชนิดของธาตุและมวลอะตอมที่ประกอบเป็นสารทั้งหมด ง. สูตรอย่างง่ายบอกโครงสร้างของการเรียงตัวของอะตอมในโมเลกุล เฉลย ข้อ ข. สูตรอย่างง่ายบอกอัตราส่วนที่น้อยที่สุดของจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดในสาร					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
9. สูตรอย่างง่าย	9.2 คำนวณสูตรอย่างง่ายจากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบได้	43. ข้อใดเป็นสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ร้อยละ 82.66 และธาตุไฮโดรเจน (H) (มวลอะตอม C = 12 , H = 1) ก. CH_5 ข. C_2H_5 ค. CH ง. C_3H_5 เฉลย ข้อ ข. C_2H_5	วิเคราะห์				
		44. สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 1.500 กรัม ไฮโดรเจน 0.250 กรัม และคลอรีน 8.875 กรัม สูตรเอมพิริคัลของสารนี้ตรงกับข้อใด (มวลอะตอม H = 1 , C = 12 , Cl = 35) ก. CH_2Cl ข. CH_3Cl_2 ค. CH_2Cl_2 ง. C_2H_2Cl เฉลย ข้อ ค. CH_2Cl_2					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
9. สูตรอย่างง่าย (ต่อ)	9.2 คำนวณสูตรอย่างง่ายจากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบได้ (ต่อ)	45. สารประกอบชนิดนึ่งพบว่ามีกำมะถัน (S) ร้อยละ 50.0 โดยมวล และออกซิเจน (O) ร้อยละ 50.0 โดยมวล สูตรอย่างง่ายสารสารนี้ตรงกับข้อใด (มวลอะตอม S = 32 , O = 16) ก. SO_3 ข. SO ค. SO_4 ง. SO_2 เฉลย ง. SO_2	วิเคราะห์				
10. สูตรโมเลกุล	10.1 อธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสาร	46. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของสูตรโมเลกุลของสารได้ถูกต้อง ก. สูตรโมเลกุลบอกจำนวนมวลอะตอมของธาตุทุกชนิดที่รวมตัวกันในสารประกอบ ข. สูตรโมเลกุลบอกชนิดของธาตุและจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดที่รวมตัวกันในสารหนึ่งโมเลกุล ค. สูตรโมเลกุลบอกเพียงแค่ชนิดของธาตุที่ประกอบกันในสารไม่บอกจำนวนอะตอม ง. สูตรโมเลกุลบอกอัตราส่วนที่น้อยที่สุดของธาตุแต่ละชนิดในสาร เฉลย ข้อ ข. สูตรโมเลกุลบอกชนิดของธาตุและจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดที่รวมตัวกันในสารหนึ่งโมเลกุล	จำ				

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
10. สูตรโมเลกุล (ต่อ)	10.1 อธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสาร (ต่อ)	47. ข้อใดคือสูตรโมเลกุลของสาร ก. HO ข. KNO_3 ค. CH_2 ง. C_4H_{10} เฉลย ข้อ ง. C_4H_{10}	จำ				
	10.2 คำนวณสูตรโมเลกุลของสารจากสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุลของสารได้	48. สารประกอบชนิดหนึ่งมีสูตรอย่างง่ายเป็น CH_2O มีมวลโมเลกุลเป็น 180 สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้ตรงกับข้อใด (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , O = 16) ก. $C_6H_{12}O_6$ ข. $C_6H_{10}O_5$ ค. $C_2H_{12}O$ ง. CHO_3 เฉลย ข้อ ก. $C_6H_{12}O_6$	ประยุกต์ใช้				
		49. สารประกอบ A มีมวลโมเลกุล 176 สูตรเอมพิริคัลของสารนี้ คือ $C_3H_4O_3$ สูตรโมเลกุลที่เป็นไปได้คือข้อใด (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , O = 16) ก. $C_3H_4O_3$ ข. $C_5H_{20}O_6$ ค. $C_{10}H_8O_3$ ง. $C_6H_8O_6$ เฉลย ข้อ ง. $C_6H_8O_6$					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรมของ Bloom	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
10. สูตรโมเลกุล (ต่อ)	10.2 คำนวณสูตรโมเลกุลของสารจากสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุลของสารได้ (ต่อ)	50. สารประกอบชนิดหนึ่งเกิดจากการรวมตัวของคาร์บอน (C) 6 กรัม ไฮโดรเจน (H) 1 กรัม และซัลเฟอร์ (S) 8 กรัม ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 240 สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้เป็นอย่างไร (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , S = 32) ก. $C_8H_{14}S_6$ ข. $C_8H_{16}S_4$ ค. $C_6H_{16}S_4$ ง. $C_6H_{16}S_6$ เฉลย ข้อ ข. $C_8H_{16}S_4$	ประยุกต์ใช้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีว

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือทักษะที่เกิดจากการปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้ ผ่านการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญได้อย่างถูกต้องคล่องแคล่ว แม่นยำ สามารถนำไปให้ประโยชน์ได้ ผู้วิจัยเลือกประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมลและสูตรเคมี เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice test) จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ได้แก่

1. ทักษะการใช้จำนวน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง

2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยกันทั้งหมด 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการใช้จำนวน ทักษะการลงความเห็นข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	
	สร้างขึ้น	ใช้จริง
1. การใช้จำนวน	10	7
2. การลงความเห็นจากข้อมูล	10	6
3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	10	7
รวม	30	20

โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการเรียนรู้ โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 3 ระดับ คือ

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับทักษะ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสร้างข้อสอบได้สอดคล้องกับทักษะ

-1 หมายถึง แน่ใจว่าสร้างข้อสอบไม่สอดคล้องกับทักษะ

ขอบพระคุณท่านเสียสละเวลาในการประเมิน

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ทักษะการใช้จำนวน

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. ทักษะการใช้จำนวน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง เรื่อง โมลและสูตรเคมี	1. ธาตุ B 10 อะตอม มีมวล 3.32×10^{-23} กรัม ธาตุนี้มีมวลอะตอมสัมพันธ์เท่าใด ก. 10 ข. 20 ค. 30 ง. 40 เฉลย ข. 20				
	2. ธาตุ Mg มี 3 ไอโซโทป ได้แก่ ^{24}Mg , ^{25}Mg , ^{26}Mg มีมวลอะตอม 23.98 , 24.99, 25.98 ตามลำดับ และมีปริมาณในธรรมชาติร้อยละ 78.99% , 10.00% , 11.01% ตามลำดับ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ Mg ตรงกับข้อใด ก. 24.30 ข. 24.50 ค. 25.00 ง. 25.13 เฉลย ก. 24.30				
	3. เลด(II)ไนเตรท ($Pb(NO_3)_2$) 99.30 กรัม มีกี่โมล (กำหนดให้มวลอะตอม Pb = 207 , N = 14 , O = 16) ก. 0.1 ข. 0.3 ค. 0.5 ง. 0.7 เฉลย ข. 0.3				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. ทักษะการใช้จำนวน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง เรื่อง โมลและสูตรเคมี (ต่อ)	4. แก๊สไข่เน่า (H_2S) จำนวน 6.02×10^{22} โมเลกุล ประกอบด้วย ไฮโดรเจน (H) และซัลเฟอร์ (S) อย่างละกี่โมล ก. 0.2 และ 0.1 ข. 0.4 และ 0.2 ค. 0.1 และ 0.2 ง. 0.2 และ 0.4 เฉลย ก. 0.2 และ 0.1				
	5. แก๊สชนิดหนึ่ง จำนวน 0.25 โมล ที่สภาวะสมดุลและความดันมาตรฐาน มีปริมาตรกี่มิลลิลิตร ก. 4700 ml ข. 5000 ml ค. 5600 ml ง. 6200 ml เฉลย ค. 5600 ml				
	6. ข้อใดเป็นมวลโมเลกุลของแก๊สชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นที่ STP เป็น 1.79 กรัมต่อลิตร ก. 20 ข. 40 ค. 60 ง. 80 เฉลย ข. 40				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. ทักษะการใช้จำนวน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง เรื่อง โมลและสูตรเคมี (ต่อ)	7. ถ้านำแก๊สไนโตรเจน (N_2) 20 กรัม มาทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน (O_2) 45 กรัม พบว่าเกิดสารประกอบไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และมีแก๊สไนโตรเจนเหลืออยู่ 4.34 กรัมอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบตรงกับข้อใด ก. 1 : 1.44 ข. 1 : 1.10 ค. 1 : 2.87 ง. 1 : 2.98 เฉลย ค. 1 : 2.87				
	8. สารประกอบทองแดง 1.5 กรัม มีทองแดง 1 กรัม และกำมะถัน 0.5 กรัม ร้อยละของธาตุทองแดงและกำมะถันเป็นเท่าใด ก. 66.67 และ 33.33 ข. 33.33 และ 66.67 ค. 65.65 และ 34.65 ง. 34.65 และ 65.65 เฉลย ก. 66.67 และ 33.33				

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. ทักษะการใช้จำนวน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง เรื่อง โมลและสูตรเคมี (ต่อ)	9. กรดชนิดหนึ่งประกอบไปด้วย C 40.90 % , H 4.55% และ O 54.5% โดยมวล สูตรเอมพิริคัลของกรดชนิดนี้ตรงกับข้อใด ก. $C_3H_6O_3$ ข. $C_3H_4O_3$ ค. $C_6H_4O_6$ ง. $C_3H_6O_6$ เฉลย ข. $C_3H_4O_3$				
	10. สารประกอบชนิดหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน (C) ร้อยละ 40 ธาตุไฮโดรเจน (H) ร้อยละ 6.67 และที่เหลือเป็นธาตุออกซิเจน (O) กำหนดให้สารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 60 สูตรโมเลกุลของสารชนิดนี้ตรงกับข้อใด ก. C_2H_4O ข. C_2HO ค. $C_2H_4O_2$ ง. $C_4H_2O_2$ เฉลย ค. $C_2H_4O_2$				

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต เรื่อง สูตรเคมี	11. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับกฎสัดส่วนคงที่ได้ถูกต้องที่สุด ก. สารประกอบชนิดเดียวกันอาจมีอัตราส่วนของธาตุเปลี่ยนแปลงได้ตามแหล่งที่มา ข. สารประกอบหนึ่ง ๆ จะมีอัตราส่วนของธาตุคงที่เสมอโดยไม่ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา ค. สารประกอบจะมีอัตราส่วนมวลของธาตุที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อปริมาณสารเปลี่ยนแปลง ง. สัดส่วนของธาตุในสารประกอบจะคงที่เฉพาะในสารประกอบอินทรีย์เท่านั้น เฉลย ข. สารประกอบหนึ่ง ๆ จะมีอัตราส่วนของธาตุคงที่เสมอโดยไม่ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต เรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	12. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับกฎสัดส่วนคงที่ ก. สารประกอบชนิดเดียวกันอาจมีอัตราส่วนของธาตุที่ต่างกันได้ในธรรมชาติ ข. อัตราส่วนของธาตุในสารประกอบจะคงที่เสมอโดยไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการสังเคราะห์สาร ค. สารประกอบชนิดเดียวกันจะมีอัตราส่วนของธาตุเปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการเกิด ง. กฎสัดส่วนคงที่สามารถใช้ดับธาตุอิสระได้ เฉลย ข. อัตราส่วนของธาตุในสารประกอบจะคงที่เสมอโดยไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการสังเคราะห์สาร				
	13. ข้อใดต่อไปนี้คืออัตราส่วนโดยโมลของ $C_6H_5NO_2$ ก. 6 : 5 : 0 : 2 ข. 12 : 10 : 2 : 4 ค. 3 : 5 : 1 : 1 ง. 6 : 5 : 1 : 2 เฉลย ง. 6 : 5 : 1 : 2				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต เรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	14. ในกรณีที่อัตราส่วนโดยโมลที่ตัวเลขหลังจุดทศนิยมระหว่าง 0.2 - 0.8 ต้องทำอย่างไร ก. คูณด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม ข. บวกด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม ค. ลบด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม ง. หารด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม เฉลย ก. คูณด้วยตัวเลขที่น้อยที่สุดที่ทำให้เป็นจำนวนเต็ม				
	15. ร้อยละโดยมวลของธาตุ C , H และ O ในเอทานอล (CH_3CH_2OH) ข้อใดถูกต้อง (กำหนดมวลอะตอม C=12, H=1, O=16) ก. ร้อยละโดยมวลของธาตุ H>C>O ข. ร้อยละโดยมวลของธาตุ O>C>H ค. ร้อยละโดยมวลของธาตุ C>O>H ง. ร้อยละโดยมวลของธาตุ O>H>C เฉลย ค. ร้อยละโดยมวลของธาตุ C>O>H				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต เรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	16. ข้อใดกล่าวถึงการคำนวณร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบได้ถูกต้องที่สุด ก. คำนวณจากมวลของธาตุในสารประกอบหารด้วยมวลรวมของธาตุทั้งหมดคูณด้วย 100 ข. คำนวณจากจำนวนอะตอมของธาตุในสารประกอบหารด้วยจำนวนอะตอมทั้งหมดคูณด้วย 100 ค. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบเท่านั้น ไม่ขึ้นกับมวลรวม ง. ร้อยละโดยมวลใช้ได้เฉพาะในสารประกอบที่มีธาตุสองชนิดเท่านั้น เฉลย ก. คำนวณจากมวลของธาตุในสารประกอบหารด้วยมวลรวมของธาตุทั้งหมดคูณด้วย 100				

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต เรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	17. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบได้ถูกต้องที่สุด ก. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบเป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลของธาตุต่อจำนวนโมลของสารประกอบ ข. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบเป็นค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุในสารนั้น ค. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบจะคงที่เสมอไม่ว่าจะมาจากแหล่งใด ง. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับจำนวนอะตอมในสารประกอบนั้น เฉลย ค. ร้อยละโดยมวลของธาตุในสารประกอบจะคงที่เสมอไม่ว่าจะมาจากแหล่งใด				
	18. ข้อใดต่อไปนี้**ไม่ใช่**สูตรอย่างง่าย ก. CH_4 ข. CH_2O ค. NH_3 ง. C_2H_6 เฉลย ง. C_2H_6				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต เรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	19. สารประกอบชนิดหนึ่งมีสูตรอย่างง่ายเป็น CH และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 78 ข้อใดคือสูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1) ก. CH ข. C_6H_6 ค. C_2H_2 ง. C_4H_4 เฉลย ข. C_6H_6				
	20. ในห้องปฏิบัติการพบสารตัวอย่างชนิดหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและออกซิเจน มีสูตรอย่างง่ายเป็น CO และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 28 ข้อใดเป็นสูตรโมเลกุลของสารนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , O = 16) ก. C_2O ข. C_2O_2 ค. CO ง. CO_2 เฉลย ค. CO				

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดเรื่อง สูตรเคมี	21. ข้อใดสรุปเกี่ยวกับสูตรเคมีได้ถูกต้อง ก. สัญลักษณ์ที่แทนด้วยมวลโมเลกุล ข. สัญลักษณ์ที่เขียนแทนด้วยธาตุและสารประกอบ ค. ระบุจำนวนมวลอะตอมตามส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ง. ระบุจำนวนมวลตามส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ เฉลย ข. สัญลักษณ์ที่เขียนแทนด้วยธาตุและสารประกอบ				
	22. ข้อใดกล่าวถึงสูตรเคมีได้**<u>ไม่ถูกต้อง</u>** ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่ ค. สูตรเอมพิริคัล ง. สูตรอย่างง่าย เฉลย ก. กฎทรงมวล				
	23. ข้อใดต่อไปนี้คือสูตรเคมีทั้งหมด ก. K^+ , H_2O , CH_3COOH ข. NaCl , Ar, H_2SO_4 ค. HCl , C_2H_6O , HO ง. H , He , SiO_2 เฉลย ค. HCl , C_2H_6O , HO				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	24. ข้อใดสรุปเกี่ยวกับกฎสัดส่วนคงที่ไม่ถูกต้อง ก. สารประกอบชนิดเดียวกันจะมีอัตราส่วนมวลของธาตุที่ประกอบกันคงที่เสมอ ข. กฎสัดส่วนคงที่เป็นหลักสำคัญในเคมี ค. สัดส่วนมวลของธาตุในสารประกอบอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามวิธีสังเคราะห์ ง. กฎสัดส่วนคงที่ใช้ได้กับสารประกอบบริสุทธิ์เท่านั้น เฉลย ค. สัดส่วนมวลของธาตุในสารประกอบอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามวิธีสังเคราะห์				
	25. นักเรียนคนหนึ่งนำหินอ่อนมาพบว่ามี Ca 40% , C 12% , O 48% และหินปูน ($CaCO_3$) หนัก 3.5 กรัม พบว่ามี Ca 1.4 กรัม C 0.42 กรัม และ O 0.168 กรัม นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์คนนี้ต้องการสรุปว่าผลการทดลองนี้เป็นไปตามกฎของใคร ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่ ค. กฎอาโวกาโดร ง. กฎของเกย์-ลูสแซก เฉลย ข. กฎสัดส่วนคงที่				

<table>
<tr><th rowspan="2">นิยามศัพท์เฉพาะ</th><th rowspan="2">รายการข้อคำถาม</th><th colspan="3">ผลการพิจารณา</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>+1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td rowspan="2">3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดเรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)</td><td>26. จากตาราง ปริมาณของทองแดงต่อกำมะถันที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน คือการทดลองใด
<table><tr><th rowspan="2">การทดลองที่</th><th colspan="2">มวลของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน</th></tr><tr><th>ทองแดง (g)</th><th>กำมะถัน (S)</th></tr><tr><td>1</td><td>1.0</td><td>0.5</td></tr><tr><td>2</td><td>1.9</td><td>1.0</td></tr><tr><td>3</td><td>2.9</td><td>1.5</td></tr><tr><td>4</td><td>4.0</td><td>2.0</td></tr></table>ก. การทดลองที่ 1
ข. การทดลองที่ 2
ค. การทดลองที่ 3
ง. การทดลองที่ 4
เฉลย ง. การทดลองที่ 4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>27. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสูตรอย่างง่าย
ก. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ
ข. สูตรโมเลกุล
ค. สูตรที่แสดงจำนวนอะตอม
ง. สูตรที่แสดงมวลโมเลกุล
เฉลย ก. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	28. ข้อใดสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่ายได้ถูกต้องที่สุด ก. สูตรโมเลกุลบอกจำนวนอะตอมที่แท้จริงในโมเลกุล ส่วนสูตรอย่างง่ายบอกอัตราส่วนที่น้อยที่สุดของอะตอมในสารประกอบนั้น ข. สูตรอย่างง่ายมักจะมีจำนวนอะตอมมากกว่าสูตรโมเลกุล ค. สูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่ายมีความหมายเหมือนกัน ง. สูตรอย่างง่ายใช้ได้เฉพาะสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนเท่านั้น เฉลย ก. สูตรโมเลกุลบอกจำนวนอะตอมที่แท้จริงในโมเลกุล ส่วนสูตรอย่างง่ายบอกอัตราส่วนที่น้อยที่สุดของอะตอมในสารประกอบนั้น				
	29. ถ้าสารประกอบมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_6H_{12}O_6$ สูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้ตรงกับข้อใด ก. CH_2O ข. $C_2H_2O_4$ ค. CH_3O ง. $C_3H_6O_3$ ตอบ ก. CH_2O				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดเรื่อง สูตรเคมี (ต่อ)	30. สูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่ายหาได้อย่างไร ก. คำนวณได้จากมวลโมเลกุล ข. คำนวณได้จากธาตุและสารประกอบ ค. คำนวณได้จากอัตราส่วนโดยโมล ง. คำนวณได้จากมวลอะตอม เฉลย ค. คำนวณได้จากอัตราส่วนโดยโมล				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

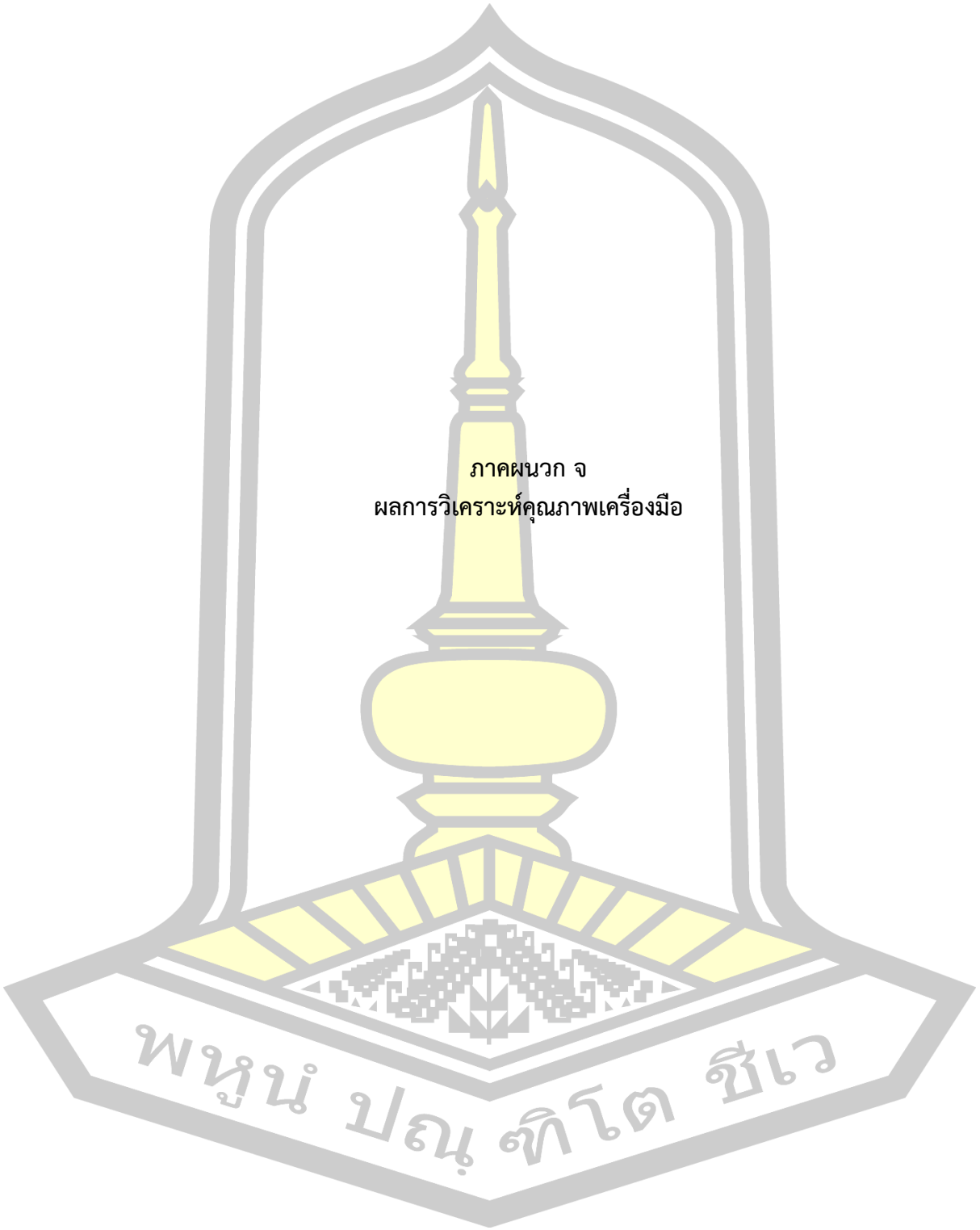
.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ภาคผนวก จ
ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ตาราง 15 ผลเฉลี่ยของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการ	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ									
		แผนที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียน	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินผลได้	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
4	ความเหมาะสมของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR 4.1 ขั้นนำ	4.6	4.6	4.4	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8
	4.2 ขั้นสอน ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์ ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8
	4.3 ขั้นสรุป	4.8	4.6	4.6	4.8	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8
5	การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.6	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ									
		แผนที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.4	4	4	4.2	4.4	4	4.2	4.4	4.4	4.4
7	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8
8	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินมีความสอดคล้องกัน	4.6	4.4	4.4	4.6	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6
9	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกัน	4.8	4.6	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8
10	เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสม	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8
11	แผนการจัดการเรียนรู้นี้สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้จริง	5	4.8	4.8	5	5	4.8	5	5	5	5
	ค่าเฉลี่ย	4.72	4.65	4.58	4.75	4.75	4.62	4.77	4.78	4.77	4.78
		4.72									
	ระดับคุณภาพ	มีความเหมาะสมมากที่สุด									

จากตารางสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.72)

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ตัดทิ้ง)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	1	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2. คำนวณมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	3	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	5	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	6	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2. คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	8	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความหมายของโมลและเลขอาโวกาโดรได้	11	+1	+1	+1	+1	0	0.8	นำไปใช้ได้
	12	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสารได้	13	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	14	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	15	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสารได้	16	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	17	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้	18	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	19	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	20	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	21	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	22	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ตัดทิ้ง)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	23	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	24	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	25	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	26	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	27	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	28	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	29	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	30	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้	31	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	32	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้	33	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	34	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	35	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความหมายของร้อยละโดยมวลของธาตุได้	36	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	37	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2. คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้	38	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	39	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	40	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
1. อธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้	41	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	42	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2. คำนวณสูตรอย่างง่ายจากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบได้	43	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	44	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้
	45	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ตัดทิ้ง)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. อธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสารได้	46	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	47	+1	+1	+1	+1	0	0.8	นำไปใช้ได้
2. คำนวณสูตรโมเลกุลของสารจากสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุลของสารได้	48	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	49	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	50	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์

จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	1	(2)	0.69	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	2	(2)	0.43	0.61	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
2. คำนวณมวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอมสัมพันธ์ได้	3	(3)	0.54	0.48	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	4	(1)	0.29	-0.3	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	5	(2)	0.34	0.7	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	6	(2)	0.74	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	7	(3)	0.69	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
2. คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	8	(2)	0.51	0.52	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	9	(3)	0.57	0.45	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
2. คำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ (ต่อ)	10	(1)	0.46	0.58	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
1. อธิบายความหมายของโมลและเลขอาโวกาโดรได้	11	(1)	0.49	0.02	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	12	(4)	0.40	0.64	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และจำนวนอนุภาคของสารได้	13	(3)	0.23	-0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	14	(4)	0.37	0.67	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	15	(3)	0.54	0.48	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้	16	(3)	0.20	0.85	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	17	(3)	0.57	0.45	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และมวลของสารได้	18	(2)	0.63	0.39	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	19	(1)	0.23	0.82	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	20	(4)	0.43	0.61	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	21	(3)	0.63	0.39	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	22	(3)	0.37	0.67	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	23	(3)	0.34	0.7	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	24	(1)	0.49	0.55	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	25	(2)	0.26	0.79	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	26	(1)	0.20	0.88	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	27	(3)	0.49	0.55	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
2. คำนวณหาปริมาณสารจากความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล จำนวนอนุภาคของสาร และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้	28	(1)	0.34	0.7	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	29	(4)	0.23	0.82	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	30	(1)	0.26	0.79	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
1. อธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้	31	(2)	0.26	0.26	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	32	(1)	0.51	-0.02	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
2. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้	33	(1)	0.46	0.58	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	34	(4)	0.20	-0.21	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	35	(3)	0.23	0.82	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
1. อธิบายความหมายของร้อยละโดยมวลของธาตุได้	36	(3)	0.46	0.58	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	37	(3)	0.43	0.61	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
2. คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้	38	(2)	0.40	0.11	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	39	(4)	0.49	0.55	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
2. คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบได้ (ต่อ)	40	(4)	0.57	0.45	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
1. อธิบายความหมายของสูตรอย่างง่ายได้	41	(2)	0.37	0.67	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	42	(2)	0.40	0.64	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
2. คำนวณสูตรอย่างง่ายจากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบได้	43	(2)	0.29	0.76	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	44	(3)	0.40	0.64	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	45	(4)	0.34	0.7	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
1. อธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสารได้	46	(2)	0.51	0.52	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	47	(4)	0.31	0.73	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
2. คำนวณสูตรโมเลกุลของสารจากสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุลของสารได้	48	(1)	0.57	0.45	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	49	(4)	0.23	-0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	50	(2)	0.37	0.67	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 50 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 43 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 ข้อ ได้แก่ ข้อ 4, 11, 13, 32, 34, 38, 49

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์ (ฉบับจริง)

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยวิธี Lovett

ข้อ	ข้อเดิม	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
1	2	0.61	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
2	3	0.48	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
3	5	0.7	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
4	7	0.33	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
5	8	0.52	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
6	10	0.58	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
7	12	0.64	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
8	14	0.67	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
9	15	0.48	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
10	16	0.85	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
11	19	0.82	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
12	20	0.61	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
13	22	0.67	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
14	23	0.7	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
15	25	0.79	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
16	26	0.88	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
17	29	0.82	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
18	30	0.79	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
19	31	0.26	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
20	33	0.58	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
21	35	0.82	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
22	37	0.61	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
23	39	0.55	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
24	40	0.45	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
25	41	0.67	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ข้อเดิม	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
26	43	0.76	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
27	45	0.7	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
28	47	0.73	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
29	48	0.45	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
30	50	0.67	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน

สรุปผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 30 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 30 ข้อ ข้อสอบมีอำนาจจำแนก 0.26 ถึง 0.88

สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากการคัดเลือกข้อสอบมาจำนวน 30 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธี Lovett มีค่าเท่ากับ 0.95

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ตัดทิ้ง)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ทักษะการใช้จำนวน	1	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	5	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
ทักษะการลงความเห็นข้อมูล	11	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	12	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	13	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	14	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	15	+1	+1	+1	+1	0	0.8	นำไปใช้ได้
	16	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	17	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	18	+1	+1	+1	+1	0	0.8	นำไปใช้ได้
	19	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	20	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป	21	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	22	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	23	+1	0	+1	+1	+1	0.8	นำไปใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ตัดทิ้ง)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป (ต่อ)	24	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	25	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	26	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	27	+1	+1	+1	+1	0	0.8	นำไปใช้ได้
	28	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
	29	+1	0	+1	+1	0	0.6	นำไปใช้ได้
	30	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
ทักษะการใช้จำนวน	1	(2)	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	2	(1)	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	3	(2)	0.5	0.29	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	4	(1)	0.29	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	5	(3)	0.38	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	6	(2)	0.38	0.29	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	7	(3)	0.44	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	8	(1)	0.35	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	9	(2)	0.35	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	10	(3)	0.26	0.53	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
ทักษะการลงความเห็นข้อมูล	11	(2)	0.53	0	ยากปานกลาง ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	12	(2)	0.47	0.12	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
ทักษะการลงความเห็นข้อมูล (ต่อ)	13	(4)	0.35	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	14	(1)	0.35	0.71	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	15	(3)	0.32	0.29	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	16	(1)	0.35	-0.12	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	17	(3)	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	18	(4)	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	19	(2)	0.26	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	20	(3)	0.44	0.29	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป	21	(2)	0.29	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	22	(1)	0.47	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	23	(3)	0.5	0.18	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	24	(3)	0.56	0.18	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	25	(2)	0.38	0.29	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	26	(4)	0.38	0.06	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคัดไว้ใช้
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป (ต่อ)	27	(1)	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	28	(1)	0.53	0.35	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
	29	(1)	0.38	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
	30	(3)	0.44	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 30 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 24 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 28, 29, 30 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 ข้อ ได้แก่ ข้อ 11, 12, 16, 23, 24, 26

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม (ฉบับจริง)

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (ด้วยวิธี KR20)

ข้อ	ข้อเดิม	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
1	3	0.5	0.29	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
2	5	0.38	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
3	6	0.38	0.29	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
4	7	0.44	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
5	8	0.35	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
6	9	0.35	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
7	10	0.26	0.53	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
8	13	0.35	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
9	14	0.35	0.71	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
10	15	0.32	0.29	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
11	17	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
12	19	0.26	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
13	20	0.44	0.29	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
14	21	0.29	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
15	22	0.47	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

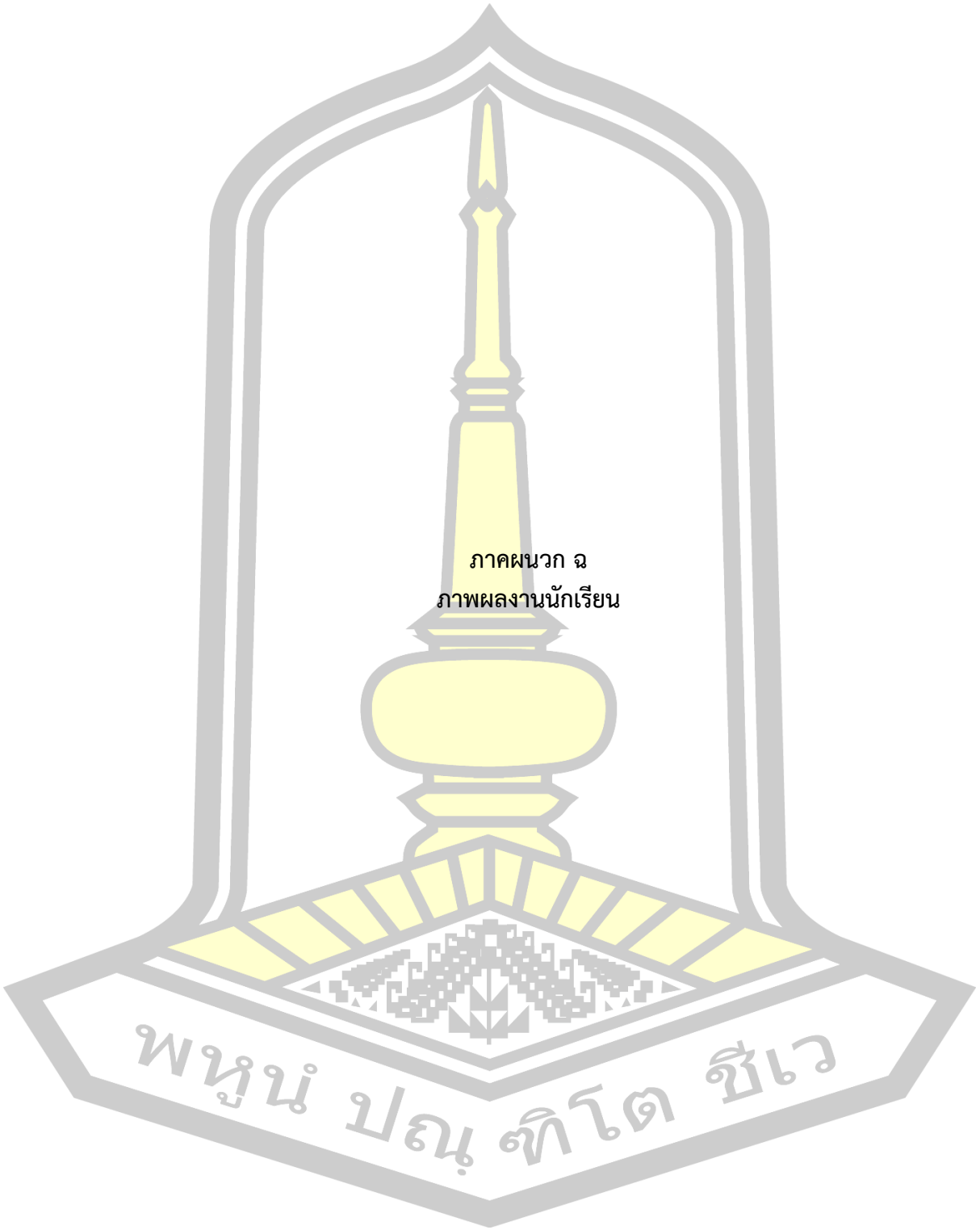
ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อ	ข้อเดิม	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
16	25	0.38	0.29	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
17	27	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
18	28	0.53	0.35	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
19	29	0.38	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
20	30	0.44	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

สรุปผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีข้อสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.53 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.71

สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากการคัดเลือกข้อสอบมาจำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธี KR20 มีค่าเท่ากับ 0.82

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ฉ
ภาพผลงานนักเรียน

ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร

ชื่อ.....

ชื่อ.....

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1. ธาตุอะลูมิเนียม (Al) จำนวน 2.70 กรัม คิดเป็นกี่โมล (กำหนดให้มวลอะตอมของ Al เท่ากับ 27)

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุอะลูมิเนียม 2.70 กรัม

โจทย์ต้องการหา โมล

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ธาตุอะลูมิเนียม 2.70 กรัม → โมล

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

$$n = \frac{g}{MW}$$

$$n = \frac{2.70\ g}{27\ g/mol}$$

$$n = 0.1\ mol$$

3

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

สารใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีมวลเท่ากับมวลอะตอมของสารนั้นในหน่วยกรัม

อลูมิเนียม(Al) 1 โมล มีมวลเท่ากับ 2.70 กรัม

จำนวนโมลของ Al = $2.70\ g\ Al \times \frac{1\ mol\ Al}{27\ g/mol}$

จำนวนโมลของ Al = 0.1 โมล

ดังนั้น ธาตุอะลูมิเนียม Al จำนวน 2.70 กรัม คิดเป็น 0.1 โมล

5

ดี A

2. สารโซเดียมไนเตรต ($NaNO_3$) จำนวน 0.05 โมล จะมีมวลกี่กรัม (มวลโมเลกุลของ $NaNO_3$ เท่ากับ 85)

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด สารโซเดียมไนเตรต ($NaNo_3$) จำนวน 0.05 โมล

โจทย์ต้องการหา มวล

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

$NaNo_3$ จำนวน 0.05 โมล → มวลโมเลกุลของ $NaNo_3$ เท่ากับ 85 → กรัม

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

$$n = \frac{g}{MW}$$

$$0.05 = \frac{g}{85\ g/mol} \quad \Rightarrow g = 0.05 \times 85 = 4.25$$

$$g = 4.25 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น สารโซเดียมไนเตรต ($NaNo_3$) จำนวน 0.05 โมล จะมีมวล 4.25 กรัม

2

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

สารใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีมวลเท่ากับมวลอะตอมของสารนั้นในหน่วยกรัม

สารโซเดียมไนเตรต ($NaNo_3$) 1 โมล มีมวลเท่ากับ 85 กรัม

จำนวนกรัมของ $NaNo_3$ = 0.05 mol × $\frac{85\ g}{mol}$

จำนวนกรัมของ $NaNo_3$ = 4.25 กรัม

ดังนั้น สารโซเดียมไนเตรต ($NaNo_3$) จำนวน 0.05 โมล จะมีมวล 4.25 กรัม

ใบกิจกรรมที่ 1

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ[redacted]

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1. ธาตุคริปทอน (Kr) มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 83.30 ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอมเท่าใด

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุคริปทอน (Kr) มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 83.70

โจทย์ต้องการหา มวลของธาตุ

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

มวลอะตอมของ Kr → มีมวลอะตอมเท่ากับ 10 อะตอม

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

$q = 83.70 \times 1.66 \times 10^{-24}$

$q = 138.94 \times 10^{-24}$ g

$q = 1.39 \times 10^{-22}$ g

2

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

$q = 83.70 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$q = 138.94 \times 10^{-24}$ g

$q = 1.39 \times 10^{-22}$ g

2

2. ธาตุกำมะถัน (S) 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถันมีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุกำมะถัน 1 อะตอม

โจทย์ต้องการหา มวลอะตอมสัมพัทธ์

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

$32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

↓

มวลอะตอมสัมพัทธ์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

$$\text{ก} = \frac{32 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{ก}}{1.66 \times 10^{-24}}$$

ก = 32

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

กำมะถัน 1 อะตอม = $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ หน่วย 1.66×10^{-24} ก

ปณ ศิโต

ใบกิจกรรมที่ 1

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ[redacted]

ชื่อ[redacted]

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1. ธาตุคริปทอน (Kr) มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 83.30 ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอมเท่าใด

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 83.30

โจทย์ต้องการหา ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอมเท่าใด

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

มวลอะตอมสัมพัทธ์ = มวลของธาตุ 1 อะตอม / 1.66×10^{-24} g

$83.30 = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ g}$ → 138.28×10^{-24} g

มวลของธาตุคริปทอน 1 อะตอม = $83.30 \times 1.66 \times 10^{-24}$

$= 1.38 \times 10^{-22}$ g

∴ ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอม 1.38×10^{-22} g

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

มวลอะตอม = มวลของสัมพัทธ์ × 1.66×10^{-24} g

$= 83.30 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$= 1.38 \times 10^{-22}$ g

∴ ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอม 1.38×10^{-22} กรัม

2. ธาตุกำมะถัน (S) 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถันมีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

โจทย์ต้องการหา มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

มวล 1 อะตอม ของธาตุกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

↓

มวลอะตอมสัมพัทธ์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

มวล 1 อะตอม ของธาตุกำมะถัน 1 อะตอม = $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน = $\frac{\text{มวล 1 อะตอม ของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$

$= \frac{32 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$

$= 32$

∴ มวลของ 1 อะตอม สัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน มีค่า = 32

2

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

จากโจทย์เรื่องมวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน ซึ่งสามารถหาได้โดยตรงจากข้อมูลที่โจทย์ให้มาในข้อแรกเลย นั่นคือ มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน มีค่าเท่ากับ 32 โดยเทียบจากมวลของอะตอมของธาตุกำมะถัน 1 อะตอม = $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม นั่นเอง

ถูก

ใบกิจกรรมที่ 10

สูตรโมเลกุลของสาร

ชื่อ.ด

ชื่อ.

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1. กรดซอร์บิก (sorbic acid) ใช้ผสมในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด สารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 112 ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ร้อยละ 64.3 ธาตุไฮโดรเจน (H) ร้อยละ 7.2 และธาตุออกซิเจน (O) ร้อยละ 28.5 โดยมวล จงหาสูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด มวลโมเลกุล 112 ประกอบด้วยธาตุ C 64.3 H 7.2 O 28.5 โดยมวล

โจทย์ต้องการหา สูตรโมเลกุลของสารประกอบ

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

สารนี้มีมวล

โมเลกุลเท่ากับ 112 ธาตุ C 64.3 → สูตรอย่างง่าย → สูตรโมเลกุล

H 7.2 และ O 28.5 อะตอม

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

C : H : O = 64.3 : 7.2 : 28.5

C : H : O = $\frac{64.3}{12}$: $\frac{7.2}{1}$: $\frac{28.5}{16}$ 3

C_3H_4O = (3×12) + (4×1) + (1×16) = 56 3

112 = n(56)

n = 2

= $C_6H_8O_2$ 3

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

คำตอบถูกตามสิ่งที่กำหนด

9

12

2. จงหาสูตรโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งที่มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน (C) ร้อยละ 40 ธาตุไฮโดรเจนร้อยละ (H) ร้อยละ 6.67 และที่เหลือเป็นธาตุออกซิเจน (O) กำหนดให้สารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 60

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด สารประกอบหนึ่ง มีธาตุ C 40 กรัม H 6.67 O ? ✓

โจทย์ต้องการหา สูตรโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ ✓

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

C ร้อยละ 40

H " 6.67

O ที่เหลือในสารนี้ → สูตรอย่างง่าย → สูตรโมเลกุล

มวลโมเลกุล = 60 ✓

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

มวล C + H + O

100 = 40 + 6.67 + O

O = 100 − 46.67 = 53.33 g

โจทย์กำหนดมวลโมเลกุลของสารเท่ากับ 60 3

$(CH_2O) = (1\times12) + (2\times1) + (1\times16) = 30$

โมเลกุล = n

$60 = n(30)$

$n = 2$

$\therefore C_2H_4O_2$

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

คิดตรงถูกตามที่กำหนด

แบบทดสอบที่ 9

เรื่อง สูตรอย่างง่าย

ชื่อ....[redacted]...

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของสูตรอย่างง่าย

ตอบ...สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ 3

ตอนที่ 2

1. เมทิลเบนโซเอตเป็นสารที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม สารนี้ 5.325 กรัม มี คาร์บอน 3.758 กรัม ไฮโดรเจน 0.316 กรัม และออกซิเจน 1.251 กรัม จงหาสูตรอย่างง่ายของสารนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , O = 16)

ตอบ ขั้นที่ 1 หาปริมาณโมลของธาตุแต่ละชนิด - โจทย์กำหนดมา สารนี้ 5.325 กรัม มีคาร์บอน 3.758 กรัม ไฮโดรเจน 0.316 กรัม และออกซิเจน 1.251 กรัม

- โจทย์ต้องการ อยากรู้สูตร อันนี้ต้องใช้ของอันนี้

ขั้นที่ 2 การเปลี่ยนโจทย์

สารนี้ 5.325 กรัม ประกอบไปด้วย C 3.758 g, H 0.316 g, O 1.251 g → หาอันนี้ก่อน

ขั้นที่ 3 หาอัตราส่วนของโจทย์มา

อัตราส่วน C : H : O = 3.758 : 0.316 : 1.251

C : H : O = $3.758\ g\ C \times \frac{1\ mol\ C}{12\ g\ C} : 0.316\ g\ H \times \frac{1\ mol\ H}{1\ g\ H} : 1.251\ g\ O \times \frac{1\ mol\ O}{16\ g\ O}$

= 0.313 : 0.316 : 0.078

ทำให้เป็นจำนวนโมลส่วนน้อยที่สุด (เอาตัวน้อยมาหารทุกตัว)

C : H : O = $\frac{0.313}{0.078} : \frac{0.316}{0.078} : \frac{0.078}{0.078}$ 2

= 4.013 : 4.051 : 1

C : H : O = 4 : 4 : 1 ดังนั้นสูตรอย่างง่ายของสารนี้คือ C_4H_4O

ขั้นที่ 4 ตรวจทานคำตอบ

ถ้าโจทย์ให้มาอีกอัน เราสามารถตรวจคำตอบได้ โดยการแทนค่าในโจทย์ที่ให้มาว่าตรงกันหรือไม่

แบบทดสอบ

เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพัทธ์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอม

ตอบ มวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน 3

2. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอมสัมพัทธ์

ตอบ มวลอะตอมที่น้อยมาก ซึ่งไม่สะดวกและยากต่อการใช้งาน จึงนิยมใช้มวลอะตอมสัมพัทธ์ โดย ได้จากการเปรียบเทียบมวลอะตอมกับมวลอะตอมมาตรฐาน 3

ตอนที่ 2

3. ธาตุทองคำ (Au) 5 อะตอม มีมวล 1.63 x 10-21 กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุทองคำ มีค่าเท่าใด

ตอบ ขั้นที่ 1 S(Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุทองคำ 5 อะตอม มีมวล 1.63×10^{-21} กรัม

โจทย์ต้องการหา มวลอะตอมของธาตุโดยเดียว

ขั้นที่ 2 (Translate the problem) การแปลงโจทย์

หามวลอะตอมของทองคำ 1 อะตอม จาก 5 อะตอม

↓

มีมวลอะตอมสัมพัทธ์

ขั้นที่ 3A(Answer the problem) หาคำตอบโจทย์ปัญหา

วิธีทำ หามวลอะตอมของทองคำ เมื่อมวลอะตอม

0

6

ใบกิจกรรมที่ 1

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.[redacted]

ชื่อ[redacted] ชั้น [redacted] เลขที่ [redacted]

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้ดดยใช้กลวิธี STAR

1. ธาตุคริปทอน (Kr) มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 83.30 ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอมเท่าใด

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุคริปทอนมวลอะตอมสัมพัทธ์ 83.30

โจทย์ต้องการหา ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอมเท่าใด

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุคริปทอน → มวลอะตอมของธาตุคริปทอน 1 อะตอม

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

จาก มวลอะตอมสัมพัทธ์ = $\frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66\times10^{-24}\text{ (g)}}$

83.30 = $\frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66\times10^{-24}\text{ (g)}}$

มวลของธาตุคริปทอน 1 อะตอม = $83.30 \times 1.66 \times 10^{-24}$

$= 138.28 \times 10^{-24}$ g

ดังนั้น ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอม 1.38×10^{-22} กรัม = 1.38×10^{-22} g

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

มวลอะตอม = มวลอะตอมสัมพัทธ์ $\times 1.66\times10^{-24}$ g

$= 83.30 \times 1.66\times10^{-24}$ g

$= 138.28\times10^{-24}$ g

$= 138\times10^{-22}$ g

ดังนั้น ธาตุคริปทอนมีมวลอะตอม 1.38×10^{-22} g

2. ธาตุกำมะถัน (S) 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถันมีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

โจทย์ต้องการหา มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

มวลอะตอมของธาตุกำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

↓

หามวลอะตอมสัมพัทธ์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

มวลอะตอมของธาตุกำมะถัน 1 อะตอม $= 32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน $= \frac{\text{มวลของ } N_A \text{ อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24}}$

$= \frac{32 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}$

$= 32$

ดังนั้น มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน มีค่าเท่ากับ 32

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

จากโจทย์ที่ถามว่ามวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน คำตอบที่ได้ถูกต้อง กับสิ่งที่โจทย์ถามคือ มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุกำมะถัน มีค่าเท่ากับ 32 โดยคำนวณได้จากมวลอะตอมของธาตุกำมะถัน 1 อะตอม $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม หารด้วย 1.66×10^{-24}

แบบทดสอบ

เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์

ชื่อ.....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอม

ตอบ มวลของธาตุต่างๆ ที่เทียบกับอะตอมหรือหนึ่งในสิบสองของมวลของคาร์บอน-12 ที่มีมวลเท่ากับ 12 amu 2

2. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอมสัมพัทธ์

ตอบ มวลอะตอมสัมพัทธ์ คือ มวลที่ไม่มีหน่วย : ค่าเปรียบเทียบมวลที่ใช้เทียบคือ ไอโซโทปของคาร์บอน-12 ที่มีมวลเท่ากับ 12 amu 2

ตอนที่ 2

3. ธาตุทองคำ (Au) 5 อะตอม มีมวล 1.63×10^{-21} กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุทองคำ มีค่าเท่าใด

ตอบ ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การสืบหาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ธาตุทองคำ 5 อะตอม มีมวล 1.63×10^{-21} กรัม

โจทย์ต้องการหา มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุโซเดียม

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

หามวลอะตอมของทองคำ 1 อะตอม จาก 5 อะตอม

⇩

หามวลอะตอมสัมพัทธ์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีที่ 1 มวลอะตอมของทองคำ หรือมวลของทองคำ 1 อะตอม $= \frac{1.63 \times 10^{-21} \text{ g}}{5 \text{ atom}}$

$= 0.326 \times 10^{-21}$ g/atom 2

$= 3.26 \times 10^{-22}$ g/atom

- หามวลอะตอมสัมพัทธ์ของโซเดียม

มวลอะตอมสัมพัทธ์ของทองคำ $= \frac{\text{มวลของทองคำ 1 อะตอม (จริง)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}$

$= \frac{3.26 \times 10^{-22} \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24}}$

$= 1.96 \times 10^{2}$ หรือ 196

6

แบบทดสอบ

เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์

ชื่อ...

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอม

ตอบ มวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน 3

2. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอมสัมพัทธ์

ตอบ ได้จากการเปรียบเทียบมวลอะตอม กับมวลอะตอมมาตรฐาน 1

ตอนที่ 2

3. ธาตุทองคำ (Au) 5 อะตอม มีมวล 1.63×10^{-21} กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุทองคำ มีค่าเท่าใด

ตอบ ขั้น 1 ระบุการศึกษาโจทย์

กำหนด ทองคำ 5 อะตอม มวล 1.63×10^{-27} กรัม

หา มวลอะตอมสัมพัทธ์ของโซเดียม

ขั้น 2 T การแปลงโจทย์

หามวลอะตอมของทองคำ 1 อะตอม จาก 5 อะตอม

หามวลอะตอมสัมพัทธ์

ขั้น 3 A นำค่าตอบ

วิธีทำ $= \frac{1.63 \times 10^{-21}}{5}$

$= 0.326 \times 10^{-21}$

$= 3.26\ 10^{-22}$ g/atom

หามวลอะตอมสัมพัทธ์ทอง

$= \frac{3.26 \times 10^{-22}}{1.66 \times 10^{-24}}$

$= 1.96 \times 10^{2}$

$= 196$ 3

ขั้น 4 เช็ค $= \frac{1.63 \times 10^{-21}}{5} \times \frac{1}{1.66 \times 10^{-24}}$

$= \frac{0.326 \times 10^{-21}}{1.66 \times 10^{-24}} = 0.196 \times 10^{3} = 196$

แบบทดสอบ

เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมสัมพันธ์

ชื่อ..[redacted]

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอม

ตอบ มวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นมวลเฉลี่ยของไอโซโทน ที่ตรวจพบ เทียบกับคาร์บอน 2

2. จงอธิบายความหมายของมวลอะตอมสัมพัทธ์

ตอบ มวลอะตอมที่คำนวณมาก ซึ่งไม่มีหน่วยกำกับ ถึงหน่วยก็ใช้ amu 1

ตอนที่ 2

3. ธาตุทองคำ (Au) 5 อะตอม มีมวล 1.63 x ~~10 21~~ 10^{-21} กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุทองคำ มีค่าเท่าใด

ตอบ มวลของทองคำ 1 อะตอม $= \frac{1.63 \times 10^{-21}}{5}$

$= 0.326 \times 10^{-21}$

$= 3.26 \times 10^{-22}$

หามวลอะตอมเป็นหน่วย amu

มวลอะตอมไม่มีหน่วยของทองคำ $= \frac{\text{มวลของทองคำ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}}$

$= \frac{3.26 \times 10^{-22}}{1.66 \times 10^{-24}}$

$= 1.96 \times 10^{2}$ หรือ 196 2

5

ใบกิจกรรมที่ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.[redacted]

ชื่อ.[redacted]

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1. ธาตุซิลิคอน (Si) ที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 27.9769, 28.9765 และ29.9738 ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณร้อยละ 92.223, 4.685 และ 3.092 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด Si มี 3 ไอโซโทป มีมวล 27.9769, 28.9765, 29.9738 คิดเป็นร้อยละ 92.223, 4.685, 3.092

โจทย์ต้องการหา มวลอะตอมของธาตุ Si

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

Si มี 3 ไอโซโทป มีมวล 27.9769, 28.9765, 29.9738

คิดเป็นร้อยละ 92.223, 4.685, 3.092 ⟶ มวลอะตอมเฉลี่ยของ Si

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

มวลอะตอมเฉลี่ยของ Si $= \frac{(92.223 \times 27.9769) + (4.685 \times 28.9765) + (3.092 \times 29.9738)}{100}$

$= \frac{2580.11 + 135.75 + 92.69}{100}$

$= \frac{2808.54}{100}$

$= 28.08$

∴ มวลอะตอมเฉลี่ยของซิลิกอนมีค่า 28.08

2

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

จากโจทย์กำหนดมวลอะตอมเฉลี่ยมาให้ และโจทย์ต้องการหามวลอะตอมเฉลี่ย ซึ่งคำตอบที่ได้มานั้นจะต้องเท่ากับที่โจทย์ต้องการหา มวลอะตอมเฉลี่ยของซิลิกอนมีค่าเท่ากับ 28.08

4

2. ธาตุลิเทียม (Li) ในธรรมชาติพบอยู่ 2 ไอโซโทป คือ ^{6}Li และ ^{7}Li มีมวลอะตอม 6.045 และ 7.006 ตามลำดับ และ ^{6}Li มีอยู่ในธรรมชาติ 7.5% และ ลิเทียมมีมวลอะตอมเฉลี่ย 6.919 จงหาร้อยละของ ^{7}Li ในธรรมชาติ

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด ลิเทียม (Li) ในธรรมชาติมีอยู่ 2 ไอโซโทป คือ ^{6}Li และ ^{7}Li

โจทย์ต้องการหา ร้อยละของ ^{7}Li

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ให้ใช้ แผนภาพ หรือ ตาราง ข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ลิเทียมมีมวลอะตอมเฉลี่ย 6.919 ⇒ ^{6}Li มวลอะตอม = 6.045 ⇒ ^{6}Li ในธรรมชาติ = 7.5

^{7}Li มวลอะตอม = 7.006 ^{7}Li ในธรรมชาติ มีร้อยละเท่าใด

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ Li = ผลรวมของ $\left[\frac{(\%\text{ ไอโซโทป})(\text{มวลอะตอมของไอโซโทป})}{100}\right]$

$$6.919 = \frac{(7.5 \times 6.045) + (A \times 7.006)}{100}$$

$$691.9 = (7.5 \times 6.045) + (A \times 7.006)$$

$$691.9 = 45.3375 + (A \times 7.006)$$

$$691.9 - 45.3375 = (A \times 7.006)$$

$$A = \frac{691.9 - 45.3375}{7.006}$$

$$A = 92.24$$

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

มวลอะตอมเฉลี่ย Li =

$$6.919 = \frac{(7.5 \times 6.045) + (92.24 \times 7.006)}{100}$$

$$6.919 = \frac{(7.5 \times 6.045) + (92.24 \times 7.006)}{100}$$

$$6.919 = \frac{45.3375 + 646.5937}{100}$$

$$6.919 = 6.919$$

แบบทดสอบที่ 3

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและจำนวนอนุภาคของสาร

ชื่อ...

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของโมล

ตอบ หน่วยต่างๆของการปริมาณสารในหน่วยประจำวันสามารถบอกได้ในรูปน้ำหนัก เช่น กรัม กิโลกรัม หรือบอกเป็นหน่วยปริมาตร เช่น ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) ลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3) 2

2. จงอธิบายความหมายของเลขอาโวกาโดร

ตอบ สาร 1 โมลมีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} 2

ตอนที่ 2

1. จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของเหล็ก (Fe) 8.5 โมล

ตอบ สูตร : จำนวนอนุภาค = จำนวนโมล x ค่าคงที่ของอาโวกาโดร

$= 8.5 \times 6.028 \times 10^{23}$ อนุภาค 1 โมล

$= 5.1187 \times 10^{24}$ อนุภาค

ดังนั้นจำนวนอนุภาคของเหล็ก (Fe) 8.5 โมล = 5.12×10^{24} อนุภาค 2

2. โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 0.1 mol มีจำนวนโพแทสเซียม (K^+) และซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) อย่างละกี่โมล

ตอบ จาก $K_2SO_4 \rightarrow 2K^+ + SO_4^{2-}$

ถ้า K_2SO_4 มีความเข้มข้น 0.1 โมล

- จำนวนโมลของ $K^+ = 0.1 \times 2 = 0.2$ โมล
- จำนวนโมลของ $SO_4^{2-} = 0.1 \times 1 = 0.1$ โมล

- ไอออนโพแทสเซียม (K^+) = 0.2 โมล
- ไอออนซัลเฟต (SO_4^{2-}) = 0.1 โมล

แบบทดสอบที่ 4

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร

ชื่อ.....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสาร

ตอบ สารใดๆ 1 โมล จะมีมวลอะตอม หรือมวลโมเลกุลของสารนั้นในหน่วยกรัม

ตอนที่ 2

1. กำมะถัน (S) 1 โมล มีมวล 32.0655 กรัม ถ้ากำมะถัน 160.5 กรัม จะมีจำนวนโมลเท่าใด

ตอบ

สารใดๆ จำนวน 1 โมล จะมีมวลเท่ากับมวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลของสารนั้นในหน่วยกรัม

กำมะถัน 1 โมล มีมวล เท่ากับ 32.0655 กรัม

จำนวนโมลของ S = 160.5 g $\times \frac{1 \text{ mol S}}{32.0655 \text{ g/mol}}$

มวลโมเลกุล H_2SO_4 1 โมล มีค่าเท่ากับ (2×1) + 32 + (4×16) = 98 กรัม

มวลของ H_2SO_4 = 0.80 โมล $\times \frac{98 \text{ g } H_2SO_4}{1 \text{ โมล}}$

มวลของ H_2SO_4 = 0.80 × 98

มวลของ H_2SO_4 = 78.4 กรัม

ดังนั้น กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 0.80 โมล มีมวล 78.4 กรัม

2. กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 0.80 โมล จะมีมวลกี่กรัม (กำหนดให้มวลอะตอม H = 1 , S = 32 , O = 16)

ตอบ

มวลโมเลกุล $H_2SO_4 = (2\times1)+32+(4\times16) = 98$

$n = \frac{g}{\text{มวล}}$

$0.80 = \frac{g}{98}$

$g = 0.80 \times 98$

$g = 78.4$ กรัม

ดังนั้น กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 0.80 โมล มีมวล 78.4 กรัม

มวลโมเลกุล H_2SO_4 1 โมล มีค่าเท่ากับ $(2\times1)+32+(4\times16) = 98$ กรัม

มวลของ $H_2SO_4 = 0.80$ โมล $\times \frac{98\text{ g } H_2SO_4}{1\text{ โมล}}$

มวลของ $H_2SO_4 = 0.80 \times 98$

มวลของ $H_2SO_4 = 78.4$ กรัม

ดังนั้น กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 0.80 โมล มีมวล 78.4 กรัม

แบบทดสอบที่ 5

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP

ชื่อ.....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมลและปริมาตรของแก๊สที่ STP

ตอบ การเปรียบเทียบปริมาณของแก๊สต่างๆ ใช้จำนวนมูล 0 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ เป็นสภาวะมาตรฐาน ที่ STP แก๊สใดๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตร 22.4 ลิตร เรียกว่า ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส 3

ตอนที่ 2

1. แก๊สไฮโดรเจน (H_2) 0.25 โมล จะมีปริมาตรกี่ลิตรที่ STP

ตอบ

$n = \frac{V}{22.4}$

$0.25 = \frac{V}{22.4}$

$V = 0.25 \times 22.4$

$V = 5.6$ ลิตร 2

แก๊สใดๆ 1 โมล มีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลิตรเสมอ ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน หรือ 22.4 ลิตร ที่ STP

ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน $= \frac{22.4 \text{ ลิตร}}{1 \text{ mol } H} \times 0.25 \text{ mol}$

ปริมาตรของแก๊สออกซิเจน = 5.6 ลิตร

ดังนั้น แก๊สไฮโดรเจน (H_2) 0.25 โมล จะมีปริมาตร 5.6 ลิตร ที่ STP

2

2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาตรเป็น 4 เท่า ของแก๊สออกซิเจน 1.5 โมล จงหาว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีกี่โมลที่ STP

ตอบ

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$n = \frac{134.4}{22.4}$$

$$n = 6 \text{ โมล}$$

ดังนั้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 134.4 ลิตร คิดเป็น 6 โมลที่ STP

จำนวนโมลของ $CO_2 = \frac{1 \text{ mol}}{22.4 \text{ ล.}} \times 134.4 \text{ ล.}$ 2

จำนวนโมลของ $CO_2 = 6$ โมล

ดังนั้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 134.4 ลิตร คิดเป็น 6 โมลที่ STP

แบบทดสอบที่ 7

เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

ชื่อ....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้

ตอบ สารประกอบ เกิดจากการรวมกันของธาตุ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปโดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอตามกฎสัดส่วนคงที่ 3

ตอนที่ 2

1. ในการเผาเหล็ก (Fe) 11.17 กรัม กับกำมะถัน (S) 9.00 กรัม พบว่ามีกำมะถันเหลืออยู่ 2.59 กรัม จงคำนวณอัตราส่วนโดยมวล และอัตราส่วนโดยโมลของสารประกอบที่เกิดขึ้น (กำหนดให้มวลอะตอมของ Fe = 56 และ S = 32)

ตอบ

$9 - 2.59 = 6.41$ ก.

$Fe : S = 11.17 : 6.41$

$= 1.74 : 1$

อัตราส่วนโดยโมลของสารประกอบที่เกิดขึ้น $Fe : S$

$= \frac{1.74}{56} : \frac{1}{32}$

$= 0.0312 : 0.0312$

$= 1 : 1$

6

2. นักวิทยาศาสตร์ค้นพบสารตัวอย่าง 3 ชนิด ซึ่งทั้ง 3 ชนิด ประกอบไปด้วยธาตุ X และ Y เท่านั้น ในอัตราส่วน ดังนี้

ชนิดที่ 1 พบว่ามี X 4.31 กรัม และ Y 7.69 กรัม

ชนิดที่ 2 เมื่อสารประกอบสลายตัว จะได้ X 35.9% และ Y 64.1%

และถ้า X 0.718 กรัม ทำปฏิกิริยากับ Y เกิดสารชนิดที่ 3 หนัก 2 กรัม

การเกิดสารประกอบนี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

ตอบ

จำแนก; 1) มี X 4.31 ก. และ Y 7.69 ก.

2) สลายตัวได้ X 35.9% และ Y 64.1%

3) หนัก 2 ก. ถ้า X 0.718 ก. ทำปฏิกิริยากับ Y

หา; การเกิดสารประกอบนี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

1) = 4.31+7.69

= 12 ก.

อัตราส่วนโดยมวลของ X:Y = 4.31:7.69

= 1:1.78 ✓

2) = 35.9+64.1

= 100

อัตราส่วนโดยมวลของ X:Y = 35.9:64.1

= 1:1.78 ✓

3) ∴ 2 = 0.718 + Y

∴ Y = 2-0.718

= 1.282 ✗

2

ใบกิจกรรมที่ 7

กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

ชื่อ.[redacted]

ชื่อ.[redacted]

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1. นำคอปเปอร์ (Cu) 6.4 กรัม มาเผากับกำมะถัน (S) จำนวนมากเกินพอ เกิดสารคอปเปอร์ซัลไฟด์ (CuS) 9.6 กรัม และจากการศึกษาสารคอปเปอร์ซัลไฟด์ CuS ในห้องปฏิบัติการพบว่า ประกอบด้วย S ร้อยละ 33.33 มีอัตราส่วนโดยมวลที่รวมกันเป็นสารประกอบและเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด Cu 6.4 g เผากับ S เกิดเป็น CuS ได้ 9.6 g ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย S ร้อยละ 33.33

โจทย์ต้องการหา อัตราส่วนโดยมวลเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

Cu 6.4 g เผากับ S เกิดเป็น CuS 9.6 g → อัตราส่วนโดยมวล → เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

ในห้องปฏิบัติการ CuS ประกอบด้วย S ร้อยละ 33.33 → มวลของ CuS

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

กระบวนการที่ 1

มวลของ CuS = มวลของ Cu + มวลของ S

9.6 = 6.4 + มวลของ S

มวลของ S = 9.6 - 6.4 = 3.2

อัตราส่วนโดยมวลของ Cu : S = 6.4 : 3.2 = 2 : 1

กระบวนการที่ 2

มวลของ CuS = มวลของ Cu + มวลของ S

100 g = มวลของ Cu + 33.33

มวลของ Cu = 100 - 33.33 = 66.67

อัตราส่วนโดยมวลของ Cu : S = 66.67 : 33.33 = 2 : 1

17

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

ผลการทดลองทั้งสองกระบวนการ ได้อัตราส่วนโดยมวลของ Cu : S เท่ากับ 2 : 1 เหมือนกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่ เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เกิดของสารประกอบนี้เหมือนกัน

13

2. โซเดียม (Na) 2.30 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับคลอรีน (Cl_2) 3.55 กรัม เกิดเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ ถ้านำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.92 กรัม มาทำให้สลายตัวจะได้โซเดียมและแก๊สคลอรีนอย่างละกี่กรัม

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด Na 2.30 g ทำปฏิกิริยา กับ a_2 3.55 g เกิดเป็น NaCl, NaCl 2.92 g

โจทย์ต้องการหา ถ้านำ NaCl 2.92 g มาสลายตัว จะได้ Na และ Cl อย่างละกี่กรัม

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

Na 2.30 g ทำปฏิกิริยากับ Cl 3.55 g เกิด NaCl → มี NaCl 2.92 g นำไปสลายตัว → ได้ Na และ Cl อย่างละกี่กรัม

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

อัตราส่วนโดยมวลของ Na : Cl : NaCl = 2.30 : 3.55 : 5.85

เขียนแผนภาพแสดงได้ว่า 2.30 g Na และ 3.55 g g

5.85 g NaCl 5.85 g g

ถ้ามี Na ที่ได้จากการสลายตัวของ NaCl 2.92 g

g Na = 2.30 g Na × 2.92 g NaCl / 5.85 g Na

g Na = 1.15 กรัม

มวลของ NaCl = มวลของ Na + มวลของ Cl

2.92 = 1.15

มวลของ Cl = 2.9 − 1.15 = 1.77 กรัม

∴ ถ้านำ NaCl 2.92 กรัม มาทำให้สลายตัว จะได้ Na 1.15 กรัม และ Cl 1.77 กรัม

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

คำตอบที่ได้ถูกต้องตามโจทย์ที่ต้องการหา คือ เกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.92 กรัม สามารถนำไปสลายตัวได้โซเดียม 1.15 กรัม และแก๊สคลอรีน 1.77 กรัม

ใบกิจกรรมที่ 8

ร้อยละโดยมวลของธาตุ

ชื่อ.....

ชื่อ.....

คำชี้แจง นักเรียนแก้โจทย์ต่อไปนี้โดยใช้กลวิธี STAR

1. ฟอร์มาลดีไฮด์ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) มีสมบัติเป็นแก๊สพิษที่มีกลิ่นใช้มากในอุตสาหกรรมพลาสติกและการดองสัตว์ ถ้าฟอร์มาลดีไฮด์ 300 กรัม มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ 120 กรัม และ 20 กรัม ตามลำดับ จงคำนวณร้อยละโดยมวลของธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดในฟอร์มาลดีไฮด์

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด C = 120 ก. H 20 ก. O = 300 - 140 = 160 ก.

โจทย์ต้องการหา ร้อยละโดยมวลของธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดในฟอร์มาลดีไฮด์

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

C = 120 ก.

H 20 ก.

O = 300 - 140 = 160 ก.

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

$C = \frac{120}{300} \times 100$

C = 40 %

$H = \frac{20}{300} \times 100$

H = 6.67 %

$O = \frac{160}{300} \times 100$

O = 53.33 %

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

คำนวณให้มวลอะตอม C = 12 Cl = 35.5

2.จงคำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุแต่ละชนิดในสารพารา-ไดคลอโรเบนซีน ($C_6H_4Cl_2$) ซึ่งเป็นส่วนผสมส่วนหนึ่งของลูกเหม็น (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , Cl = 35.5 , H = 1)

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

โจทย์กำหนด C = 12 , Cl = 35.5

โจทย์ต้องการหา สารพารา - ไดคลอโรเบนซีน

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ให้เขียนแผนภาพหรือตารางข้อความแสดงสิ่งที่โจทย์ให้มากลายเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

C = 12 , Cl = 35.5 → หาร้อยละของธาตุแต่ละ

H = 1 เพื่อหามวล ชนิด

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ให้คำนวณหาคำตอบตามความสัมพันธ์ของแผนภาพหรือตารางข้อความแต่ละขั้น

$$C = \frac{6 \times 12}{147} \times 100\ \% = 49$$

$$H = \frac{2 \times 1}{147} \times 100\ \% = 1.36$$

$$Cl = \frac{2 \times 35.5}{147} \times 100\ \% = 48.30$$

∴ C = 48.94 ธาตุ H = 1.36 Cl = 48.30

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ให้แสดงการตรวจคำตอบที่ได้ในขั้นที่ 2 T โดยวิธีการใด ๆ มา 1 วิธีการ

อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเขียนตามที่โจทย์ต้องการหา

แบบทดสอบที่ 9

) เรื่อง สูตรอย่างง่าย

ชื่อ..

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของสูตรอย่างง่าย ,

ตอบ สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอม ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ 2

ตอนที่ 2

1. เมทิลเบนโซเอตเป็นสารที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม สารนี้ 5.325 กรัม มี คาร์บอน 3.758 กรัม ไฮโดรเจน 0.316 กรัม และออกซิเจน 1.251 กรัม จงหาสูตรอย่างง่ายของสารนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , O = 16

ตอบ ขั้นที่ 1.5

โจทย์กำหนดให้ สารนี้ 5.325 g มี คาร์บอน 3.758 g

ไฮโดรเจน 0.316 g และออกซิเจน 1.251 g

โจทย์ต้องการทราบ จงหาสูตรอย่างง่าย ของสารนี้

ขั้นที่ 2 ?

สารนี้ 5.325 g

ประกอบไปด้วย C 3.758 g , H 0.316 g → หาสูตรอย่างง่าย

O 1.251 g

ขั้นที่ 3 A

อัตราส่วนโดยมวลของ C : H : O = 3.758 : 0.316 : 1.251

อัตราส่วนโดยโมลของ C : H : O เป็นดังนี้

$C:H:O = 3.758\,g\ C \times \frac{1\,mol\,C}{12\,g\,C} : 0.316\,g\,H \times \frac{1\,mol\,H}{1\,g\,H} : 1.251\,g\,O \times \frac{1\,mol\,O}{16\,g\,O}$

$= 0.313 : 0.316 : 0.078$

นำไปหาอัตราส่วนโดยโมลอย่างต่ำ

$C:H:O = \frac{0.313}{0.078} : \frac{0.316}{0.078} : \frac{0.078}{0.078}$ 2

$= 4.013 : 4.051 : 1$

$C:H:O = 4:4:1$ สูตรอย่างง่ายคือ C_4H_4O

ขั้นที่ 4 R

ส่วนโจทย์ถูกต้องแต่คำตอบสุดท้ายไม่ตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

4 ½

แบบทดสอบที่ 9

เรื่อง สูตรอย่างง่าย

ชื่อ..ม.

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของสูตรอย่างง่าย

ตอบ.....สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ..... 2

.....

ตอนที่ 2

1. เมทิลเบนโซเอตเป็นสารที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม สารนี้ 5.325 กรัม มี คาร์บอน 3.758 กรัม ไฮโดรเจน 0.316 กรัม และออกซิเจน 1.251 กรัม จงหาสูตรอย่างง่ายของสารนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม C = 12 , H = 1 , O = 16)

ตอบ ขั้นที่ 1 สารนี้ 5.325 ก. คาร์บอน 3.758 ก. ออกซิเจน 1.251 ก.

ขั้นที่ 2 C 3.758 g, H 0.316 g → หาสูตรอย่างง่าย

O 1.251 g

ขั้นที่ 3 $C : H : O = \frac{0.313}{0.079} : \frac{0.316}{0.079} : \frac{0.079}{0.079}$

$= 4.013 : 4.051 : 1$ 2

$C : H : O = 4 : 4 : 1$

ขั้นที่ 4 ตรวจโดยนำค่าที่ได้มาเทียบว่าค่าของที่ได้มานั้นตรงกับสิ่งที่โจทย์ถาม

2 ค

แบบทดสอบที่ 10

เรื่อง สูตรโมเลกุลของสาร

ชื่อ.....

ตอนที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของสูตรโมเลกุลของสาร

ตอบ สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่จริงในโมเลกุลของสาร 3

ตอนที่ 2

1. โมเลกุลชนิดหนึ่งประกอบด้วยกำมะถัน (S) และไนโตรเจน (N) เท่านั้น ถ้าโมเลกุลนี้มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 69.60 โดยมวล และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 184 จงหาสูตรโมเลกุลของสารนี้ (กำหนดให้มวลอะตอม S = 32 , N = 14)

ตอบ $100 = 69.6 + \text{มวล } N$

$N = 100 - 69.6$

$= 30.4$ g

$S : N = 69.6 : 30.4$

$= \frac{69.6}{32} : \frac{30.4}{14}$

$= 2.18 : 2.17$

$S : N = \frac{2.18}{2.17} : \frac{2.17}{2.17}$

$= 1 : 1$

$SN = (1 \times 32) + (1 \times 14) = 46$ 2

$184 = n(46)$

$n = 4$

$(SN)_4 = S_4N_4$ 5

ภาคผนวก ช
หนังสือขอความอนุเคราะห์/ใบจริยธรรม

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ที่ อว 0605.5(2)/ 4006

25 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ นิสิตระดับระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมล และสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-3147

ที่ อว 0605.5(2)/3227

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

18 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การวิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. ดร.อพันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านอนุญาตให้นิสิตคนดังกล่าวเข้าทดลองใช้เครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4321-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรสาร. 0-4372-1764 ภายใน 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ ว1376 **วันที่** 8 พฤศจิกายน 2567
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมล และสูตรเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรสาร. 0-4372-1764 ภายใน 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ ว1376 **วันที่** 8 พฤศจิกายน 2567
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว 0605.5(2)/ว1376

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-3147

ที่ อว 0605.5(2)/ว1376

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวอรอุมา ศรีสารคาม

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-3147

ที่ อว 0605.5(2)/ว1376

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางขจรศรี กันทรมงคล

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมล และสูตรเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-3147

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

เลขที่การรับรอง : 750-751/2567

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลวิธี STAR เรื่อง โมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) The Development of Learning Achievement and Science Process Skills with the Method of Organizing Learning STAR Strategy on the Topic of Moles and Chemical Formulas for Mathayomsuksa 4 Students.

ผู้วิจัย : นางสาวศิริรัตน์ โพธิวัฒน์
หน่วยงานที่รับผิดชอบ : คณะศึกษาศาสตร์
สถานที่ทำการวิจัย : จังหวัดมหาสารคาม

ประเภทการพิจารณาแบบ : แบบเร่งรัด

วันที่รับรอง : 18 ธันวาคม 2567 **วันหมดอายุ : 17 ธันวาคม 2568**

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในด้านจริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงร่างงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วให้ผู้วิจัยส่งแบบฟอร์มการปิดโครงการและรายงานผลการดำเนินงานมายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจักต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เภสัชกรหญิงราตรี สว่างจิตร)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ศิริรัตน์ โพธิวัฒน์
วันเกิด	13 กรกฎาคม พ.ศ. 2543
สถานที่เกิด	อุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 20 หมู่ 8 ตำบลบ้านม่วง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิสุทธิวงศ์ อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี พ.ศ. 2558 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านดุงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี พ.ศ. 2561 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านดุงวิทยา อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี พ.ศ. 2565 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว